

*Medición y Evaluación del Poder de mercado en el Sector Eléctrico Colombiano.*

**Tesis de Grado**

**Maestría en Economía Universidad de los Andes Autor: Daniel Duarte Asesor: Carlos Pombo Vejarano**

**Abstract**

Este es un estudio del comportamiento competitivo del mercado de generación eléctrica en Colombia basado en un ejercicio en dos etapas, una medición directa del índice de Lerner haciendo uso de la metodología de Wolak (2000), y una medición indirecta de comportamiento colusivo tácito, a través de un análisis de tendencias comunes sobre los índices calculados. Se encuentra que durante el periodo analizado, el cual comprende la ocurrencia simultánea de un fenómeno del niño y una situación de desabastecimiento de gas, los principales cinco agentes generadores no explotan la totalidad de su poder de mercado y no se encuentra evidencia en favor de colusión entre los mismos. Los resultados hacen explícita la falta de información necesaria para realizar el monitoreo del ejercicio de poder de mercado por parte de las entidades regulatorias.

**Palabras clave:** Poder unilateral de mercado, colusión, integración, demanda residual índice de Lerner.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La Constitución Política del año 1991, adoptó un modelo de desarrollo económico que estableció como principio básico la competencia y el acceso de la inversión privada a actividades que hasta el momento se llevaban a cabo por el estado, dentro de los que se incluyeron los servicios públicos domiciliarios.

En concordancia, en julio de 1994 fue aprobado un nuevo marco legal para el sector eléctrico mediante dos leyes, la de Servicios Públicos Domiciliarios (Ley 142 de 1994) y la ley Eléctrica (Ley 143 de 1994), las cuales permitieron la creación de un mercado mayorista de electricidad y definieron los procedimientos y mecanismos regulatorios del sector.

Esta reforma, fue una de las primeras en Latinoamérica en abrir el mercado eléctrico a la competencia, y la primera en la región en implementar un sistema de subastas para su Bolsa de energía. Uno de sus principales objetivos fue sentar las bases para la expansión y diversificación de las fuentes de generación de energía eléctrica, mejorando tanto la eficiencia del sector como su confiabilidad.

La industria eléctrica está caracterizada por la imposibilidad de almacenar energía, que se traduce en la necesidad de igualar la oferta y demanda en cada momento del tiempo, restricciones en la producción y transmisión, y una demanda volátil e inelástica.

Lo anterior implica que a diferencia de otras industrias, no pueden utilizarse inventarios para evitar incrementos en precios durante periodos de escases, de forma que las firmas cuya capacidad es necesaria para balancear el sistema pueden aumentar los precios sin incurrir en el riesgo de reducir las cantidades vendidas. Esto conlleva al menos a la posibilidad de ejercicio de poder de mercado y comportamientos colusivos en el mercado<sup>1</sup>, especialmente cuando la oferta esta altamente concentrada.

El estudio del caso específico colombiano es importante debido a las características propias del sistema, generación predominantemente hidráulica y numero de generadores

---

<sup>1</sup> Poder de mercado: habilidad que posee un agente para influenciar los resultados de un mercado (cantidades y precios) al modificar su comportamiento y aumentar sus beneficios.

que participan en el mercado, que se desvían de lo observado en los mercados para los que se han desarrollado este tipo de estudios<sup>2</sup>.

Adicionalmente este trabajo contribuye al estudio de la industria eléctrica en la medida en que desarrolla su análisis en una base horaria, periodicidad en que se desarrollan las transacciones en el mercado y la cual no ha sido explotada por la literatura existente.

Las secciones subsiguientes se desarrollan de la siguiente manera. La sección dos hace una revisión de la literatura relevante sobre medición de poder unilateral de mercado particularmente en generación eléctrica y del uso de metodologías de integración en el estudio de comportamientos colusivos en diferentes industrias. La sección 3 explica la forma en que ha funcionado el mercado eléctrico colombiano desde enero de 2006, haciendo énfasis en los mecanismos de subasta que han sido implementados en la formación de precios. La sección 4 explica y justifica la utilización de la metodología de estimación de poder de mercado basada en el índice de Lerner formulada por Wolak (2000). La sección 5 explica el marco teórico detrás de cointegración y la utilización de un test de tendencias comunes como una prueba indirecta de colusión tácita. La sección 6 muestra los resultados y conclusiones de la aplicación de las metodologías mencionadas al caso de Colombia desde el 1 de Enero de 2006 hasta el 31 de Diciembre de 2010.

## **2. PODER DE MERCADO Y COLUSION EN LA INDUSTRIA ELECTRICA**

En esta sección se hace un recuento de los diferentes enfoques teóricos y empíricos que se han desarrollado en la literatura en relación al estudio del poder de mercado y colusión en mercados eléctricos.

Se sigue el mismo esquema planteado por **Fabra y Harbor (2001)**, quienes realizan una revisión de la literatura considerando tres aspectos específicos, el análisis de competencia y poder de mercado en la industria eléctrica, la evidencia empírica y los estudios basados en simulaciones y la identificación y cuantificación del poder de mercado.

---

<sup>2</sup> Los mercados de España, California, Inglaterra y Gales entre otros se caracterizan por una composición del parque generador mayoritariamente térmica y por una estructura de mercado duopolica.

## 2.1 Análisis económico de la competencia y poder de mercado

En términos generales esta categoría agrupa estudios que contrastan resultados teóricos con datos empíricos para arrojar conclusiones respecto a la eficiencia de los mercados analizados. Estos trabajos pueden clasificarse en tres categorías, análisis de oligopolio estático, enfoque de subastas con unidades múltiples y análisis de colusión

### 2.1.1 Análisis de oligopolio estático

La intuición de este enfoque es que la respuesta óptima de las empresas generadoras al enfrentarse a un set de demandas residuales inciertas, es construir una función de oferta, lo que no necesariamente conduce a un equilibrio eficiente.

Un ejemplo es el trabajo de **Klemperer y Meyer (1989)**, donde se infiere que la incertidumbre en la demanda conduce a una situación en la que las empresas prefieren tener una combinación de precios y cantidades para cada realización de la demanda que fijar un precio (Bertrand) o una cantidad (Cournot).

### 2.1.2 Enfoque de subastas con unidades múltiples:

**Von der Fehr y Harbord (1993)** proponen ver el resultado de equilibrio como un caso de subastas cerradas para el sector eléctrico, ya que los generadores desconocen las ofertas de sus competidores y cada generador puede poseer varias unidades de generación, en consecuencia, se hacen ofertas por diferentes unidades del mismo bien a diferentes precios. Adicionalmente se considera un esquema de asignación de cantidades y precios tal, que el precio que se paga por cada unidad es igual al precio ofrecido por la última unidad asignada<sup>3</sup>, el cual corresponde al programa de producción menos costoso y viable que permite satisfacer la demanda.

De igual forma, se analizan dos tipos de demanda; demanda baja, puede ser cubierta por un solo generador y por lo tanto el precio de equilibrio será del tipo Bertrand, o demanda alta que conduce a un precio mayor que es el máximo admisible por el sistema.

---

<sup>3</sup> Precio marginal

Basados en este marco, Von der Fehr y Harbord, encuentran dos tipos de ineficiencias; i) un generador ineficiente puede lograr que se le asigne un monto mayor de energía a la de un generador eficiente, conllevando a una solución no-minimizadora de costos. ii) La imposibilidad de cubrir toda la demanda en periodos de demanda alta conduce a que el precio sea una función decreciente del número de competidores.

### *2.1.3 Análisis de colusión:*

.La teoría y la evidencia empírica sugieren que en un entorno dinámico o juego repetido, como la generación eléctrica, las firmas están en la capacidad de aprender a coordinar sus estrategias generando acuerdos de colusión tacita reduciendo los niveles de competencia.

**Sweeting (2004)**, examina durante la segunda mitad de la década de los 90s la consistencia de los datos empíricos con modelos oligopólicos estáticos en Inglaterra y Gales, a partir de un esquema teórico donde cada generador asume como dadas las ofertas de los demás generadores para formular su oferta que maximice el beneficio esperado.

Los resultados apuntan a que los modelos de oligopolio estáticos fallan al predecir el potencial poder de mercado en generación eléctrica. La permanente interacción de las empresas en un mercado con demanda inelástica crea las condiciones para que se presente comportamiento colusivo tácito, de forma que la regulación debe apuntar al diseño de mercados que dificulten la estabilidad de estas conductas en el tiempo, como el monitoreo constante de los agentes reguladores.

Además de los aspectos mencionados por **Sweeting**, el trabajo de **Fabra y Harbord(2001)** señala otros factores que pueden originar colusiones tácitas: las ofertas públicas de precios y de capacidades disponibles; el conocimiento que tiene las firmas acerca de los costos de sus competidores; y generalmente, la existencia de un número pequeño de firmas con restricciones de capacidad.

De la misma manera **Fabra y Toro (2005)**, estudian las series de precios del mercado eléctrico español. Utilizando un modelo de Cournot se caracterizan las desviaciones óptimas de un acuerdo colusorio e identifican las variables que se podrían utilizar para desalentar las desviaciones.

**Bazán (2004)**, analiza el comportamiento competitivo de las cuatro principales empresas generadoras en el mercado mayorista de electricidad español durante el 2001. Los resultados obtenidos implican que el comportamiento de las empresas generadoras analizadas se puede caracterizar mediante un modelo dinámico, encontrando que dichas empresas se comportan con un grado de colusión inferior al grado de colusión implícita perfecta, y el comportamiento colusivo se mantiene estable en el tiempo gracias a que las empresas realizan ajustes en su producción para disminuir el precio de equilibrio del mercado.

## **2.2 Evidencia Empírica y Simulaciones**

Mientras el análisis teórico aporta conclusiones respecto a la naturaleza de la competencia en los mercados, los estudios empíricos son importantes para cuantificar la importancia de los efectos de política y validar la consistencia de la teoría.

**Wolak y Patrick (1997)** encuentran que entre 1991 y 1995 en los mercados de Inglaterra y Gales, en periodos de alta y baja demanda ocurre un equilibrio en estrategias puras. En periodos de baja demanda los precios están determinados por el costo marginal, y en periodos de alta demanda al menos un generador ofrece precios altos, ya que existe algún nivel de certeza de entrar al despacho, y por lo tanto enfrentar una demanda residual sobre la cual ejercer poder de mercado.

**Wolfram (1999)**, presenta un estudio empírico de poder de Mercado en la industria eléctrica británica, estimando el mark-up entre los precios y los costos a través de medidas directas de los costos marginales. Desde el punto de vista teórico este mercado debería presentar precios considerablemente más altos que los costos marginales en la medida en que existen dos generadores que enfrentan una demanda inelástica.

No obstante los datos muestran un diferencial menor a las estimaciones basadas en los modelos teóricos. Se plantean como explicaciones a este resultado la existencia de restricciones regulatorias, amenaza de entrada de nuevos jugadores y la existencia de contratos bilaterales entre los generadores y sus clientes.

**Borenstein, Bushnell y Wolak (2000)**, Examinan el grado de competencia para el mercado de California, en el periodo Junio de 1998 a Septiembre de 1999, comparando los precios de mercado con estimaciones de los precios que surgirían de un modelo en el que los generadores térmicos se comportaran como tomadores de precios.

Estos encuentran desviaciones importantes de un comportamiento competitivo de fijación de precios, principalmente en los periodos de alta demanda.

En el análisis asignan a cada planta un costo marginal constante que refleja el factor de conversión, precio del combustible fósil utilizado y los costos de operación y mantenimiento respectivos. Igualmente se considera la capacidad de cada planta así como un factor de corte o salida de funcionamiento el cual es considerado aleatorio.

De esta manera, utilizando simulaciones de Montecarlo para incorporar los cortes o salidas forzadas, se simula el costo marginal agregado del sistema, ordenando las plantas de acuerdo a su costo marginal particular, de forma que el costo marginal para el sistema, es el costo marginal de la última planta necesaria para generarla.

**Wolak (2001)** Mide los incentivos para ejercer poder de mercado unilateral de las principales cinco firmas generadoras en California de junio a septiembre de 1998, 1999 y 2000, haciendo uso del inverso de la elasticidad precio de la demanda residual. De acuerdo con sus resultados, encuentra que el comportamiento unilateral de los agentes oferentes es suficiente para explicar el incremento en los precios observados durante el periodo de estudio, en la medida en que el proceso de maximización de beneficios de cada una de las firmas indica que las características de las demandas residuales enfrentadas por estos, permite que las ofertas de precio sean superiores a los costos marginales de las plantas, generando beneficios superiores a los que se presentarían en competencia perfecta. Teniendo en cuenta lo anterior, se descarta el análisis de comportamiento colusivo por parte de estas firmas.

**Marques, Soarez y Fortunato (2008)**, analizan el mercado ibérico entre el 2004 y el 2006, sobre el cual se han realizado pocas mediciones de poder unilateral debido a la dificultad existente en el acceso a la información. El estudio se realiza basado en el cálculo de la elasticidad de la demanda residual y los resultados se contrastan con la evolución del marco

regulatorio con el fin de cuantificar el impacto de las medidas implementadas durante este periodo.

Adicional a los estudios empíricos, los estudios basados en simulaciones permiten simular el comportamiento estratégico de los generadores en las subastas. Ejemplos de estos estudios son **Green y Newberry (1992)** quienes realizan simulaciones a partir de un modelo de función de oferta para el mercado británico, y **Borestein y Bushnell (1998)** analizan el comportamiento competitivo de las firmas en el mercado de California basados en simulaciones generadas a partir de un modelo de Cournot.

Los trabajos empíricos y de simulaciones muestran un marco general de las conclusiones que pueden esperarse en la medida en que estos generan resultados comunes.

En primer lugar las grandes firmas están en la capacidad de ejercer poder de mercado en muchos periodos de tiempo con implicaciones significativas sobre el bienestar social y los precios. En segundo lugar las firmas pequeñas se comportan como tomadoras de precios aun cuando están en la capacidad de actuar de forma estratégica. Finalmente existen efectos pro-competitivos para el mercado en aumentar la participación de la demanda, ya que al permitir a los jugadores ajustar las cantidades demandas dependiendo del nivel de los precios, la demanda se torna mas elástica, reduciendo la capacidad de ejercer poder de mercado de los generadores existentes

Estudios referentes al mercado colombiano se han adelantado por parte del Comité de Seguimiento al Mercado de Energía Mayorista (CSMEM), con el fin de efectuar mediciones del poder de mercado.

En el informe No 22 de octubre de 2007 el CSMEM desarrolla una aplicación del modelo de Wolfram (1999) para el periodo mayo, junio y julio del 2007, basándose en estimaciones directas del mark-up, utilizando como referente de costo marginal de las simulaciones de XM realizadas en el programa MPODE, encontrando los siguientes resultados:

- Los índices de Lerner estimados vía demanda son consistentes con los cálculos vía costos.



- Se sugiere que los agentes del MEM agotan su poder de mercado bajo un esquema descentralizado de ofertas ( $e = -0.125$ )
- Con una elasticidad menor, aún habría espacio para elevar precios. ( $e = -0.05$ )
- Asumiendo una elasticidad mayor parece improbable que los agentes incurran en acuerdos tácitos o prácticas ilegales de cartelización. ( $e = -0.25$ )

Igualmente el CSMEM ha basado el análisis de poder de mercado en el índice de Lerner derivado de la elasticidad precio de la demanda residual. Este indicador se actualiza mensualmente para cada agente y permite, de alguna forma, alertar a los responsables del desempeño del mercado cuando el índice adopta valores críticos.

### **2.3 Identificación y Cuantificación de poder de mercado**

De acuerdo con **Fabra y Harbord (2001)**, existen diferentes aproximaciones a la medición del poder de mercado en el caso de la generación eléctrica como las comparaciones precio-costo y el análisis de demanda residual.

#### *2.3.1 Comparaciones entre precios de oferta y costos marginales*

Los costos marginales de corto plazo para las plantas generadoras dependen del tipo de generación, ya sea térmica o hidráulica. En el caso de las plantas térmicas la estimación de funciones de costos es relativamente simple, ya que estas dependen básicamente del tipo de combustible que se utilice durante el proceso, como carbón o gas, cuyos precios son observables, y de los factores de eficiencia de las plantas.

Teniendo en cuenta que en un mercado en competencia las firmas deberían realizar ofertas iguales a sus costos marginales, la estimación de la diferencia entre el precio y el costo marginal (mark-up), permite afirmar que una firma que de forma recurrente oferta precios por encima de su costo marginal está ejerciendo poder de mercado. De esta manera pueden formularse importantes conclusiones respecto a la forma en que las firmas ejercen poder de mercado en diferentes periodos.

#### *2.3.2 Análisis de Demanda Residual*

La demanda residual mide la respuesta de las ventas a cambios en los precios, teniendo en cuenta los cambios en la demanda por la reacción de los compradores y los cambios en la oferta por la reacción de los competidores.

Desde este enfoque, el poder de mercado de una firma en particular se define como la medida en que esta puede aumentar los precios sin perder ventas, o en otras palabras la capacidad de generar mayores beneficios al ofertar precios por encima de niveles competitivos.

Este enfoque tiene la ventaja de coincidir con los análisis de equilibrio de subastas eléctricas, en la medida que en situaciones en las que para una firma en particular, después de contabilizar la capacidad de todos los demás agentes del mercado, es necesaria la capacidad de dicha firma para igualar la oferta con la demanda, de forma que esta firma enfrenta una cantidad positiva de demanda residual

### **3. DESCRIPCION DEL MERCADO ELECTRICO EN COLOMBIA**

#### **3.1 La Estructura Institucional del Sector Eléctrico.**

Desde 1994 la participación del Estado se ha fundamentado en el modelo de competencia, y se ha desarrollado desde tres instancias a través de una estructura que ha permanecido sin modificaciones: la definición de la política energética, la regulación y la vigilancia y el control.

La planeación de la política energética se desarrolla de forma conjunta a través de la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) y el Departamento Nacional de Planeación, quienes establecen los requerimientos energéticos del país y elaboran el Plan Energético Nacional y el Plan de Expansión del sector eléctrico en concordancia con el Plan Nacional de Desarrollo.

La tarea regulatoria es desarrollada por la CREG, quienes son una entidad de carácter técnico y cuyo objetivo es generar un marco regulatorio que permita el aumento en la cobertura de los servicios de energía eléctrica, gas natural y gas licuado de petróleo (GLP), y que la prestación de estos servicios se desarrolle al menor costo posible para los usuarios y con una remuneración adecuada para las empresas que a su vez permita garantizar

calidad, cobertura y expansión. La labor de vigilancia y control la desempeña la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

Además de las mencionadas instituciones, el MEM cuenta para su funcionamiento con un ente central denominado Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales (ASIC) encargado del registro de contratos, la liquidación y la facturación de todas las transacciones que se efectúen en este mercado.

La planeación, supervisión y control de la operación integrada de los recursos de generación y transmisión del Sistema Interconectado Nacional (SIN) está a cargo del Centro Nacional de Despacho (CND) que junto con el ASIC son dependencias de la empresa XM Sociedad Anónima y Empresa de Servicios Públicos, regulada por la CREG.

### **3.2 Características generales del Mercado Mayorista**

De acuerdo con la CREG, el Mercado de Energía Mayorista (MEM) está conformado por un conjunto de sistemas de intercambio de información entre los agentes que operan en el Sistema Interconectado Nacional (SIN), permitiendo a estos realizar sus transacciones de compra y venta de electricidad.

En el MEM existen dos tipos de agentes, los generadores y los comercializadores. Los primeros están obligados a participar con todas sus plantas o unidades de generación conectadas al SIN y con capacidad mayor o igual a 20MW, las cuales deben ser despachadas centralmente por el CND. Igualmente los comercializadores que atiendan usuarios finales conectados al SIN están obligados a realizar sus transacciones de energía a través del MEM. (Insertar Tabla No1: Agentes del Mercado de energía mayorista)

Las transacciones en el MEM se efectúan bajo tres modalidades, transacciones horarias en la bolsa de energía, contratos bilaterales financieros y subastas para la asignación de obligaciones energía firme del Cargo por confiabilidad:

Transacciones horarias en la bolsa de energía: Los generadores envían una oferta de precios diaria y la cantidad máxima de energía que están dispuestos a vender en cada hora por cada unidad. Estas ofertas son recibidas por un Pool que se encarga de ordenarlas de acuerdo a los precios, y el precio del último recurso utilizado para atender la demanda total de energía

en cada hora es el que fija el precio al que serán remunerados todos los recursos inframarginales a esa misma hora y se denomina Precio de Bolsa.<sup>4</sup>

Adicionalmente debe tenerse en cuenta que las ofertas de precio que presenten los generadores que participan en el MEM deben reflejar los costos variables de generación y los costos de oportunidad, que la parte de la demanda de energía de los comercializadores que no esté cubierta por contratos bilaterales, debe pagarse a este Precio de Bolsa, y que La liquidación de las obligaciones y acreencias financieras de los participantes en la bolsa es realizada por el ASIC.

Contratos bilaterales:El mercado de contratos bilaterales es fundamentalmente un mercado financiero que busca reducir la exposición a la volatilidad de precios en el mercado de corto plazo del generador y del usuario final.

Los contratos son compromisos adquiridos por generadores y comercializadores que permiten vender y comprar energía a precios, cantidades y condiciones negociadas entre las partes, no hay restricciones respecto a la energía que un agente puede comprometer en contratos bilaterales ni al horizonte de tiempo que estos deben cubrir. El único requisito es que el contrato especifique la cantidad que será utilizada en cada hora por el ASIC para la liquidación.

Subastas para la asignación de Obligaciones Energía Firme del Cargo por Confiabilidad<sup>5</sup>: es un esquema que busca asegurar la inversión requerida para la expansión de la capacidad de generación, a través de garantizar un ingreso mínimo a los generadores de respaldo por activos de generación capaces de producir energía firme durante condiciones críticas de abastecimiento (Obligaciones de Energía Firme (OEF)).

Para este propósito, se subastan entre los generadores las OEF que se requieren para cubrir la demanda del Sistema. El generador al que se le asigna una OEF recibe una remuneración conocida y estable durante un plazo determinado, y se compromete a entregar determinada

---

<sup>4</sup>A este despacho se le conoce como Despacho Ideal, pues difiere del despacho real en que este último incorpora las restricciones que puedan presentarse en la red de transmisión.

<sup>5</sup> Sustituyó al Cargo por Capacidad

cantidad de energía cuando el precio de bolsa supera un umbral previamente establecido por la CREG (Precio de Escasez). (Insertar grafica No1: Mercado Spot (Bolsa) vs Mercado de Contratos (2006-2010))

### **3.3 Comportamiento de los precios**

Un estudio publicado por FEDESARROLLO en octubre de 2009, identifica diferentes factores que explican la evolución de los precios basados en análisis estadísticos y descriptivos. (Insertar Grafica No2: Precios de Bolsa vs Nivel de Embalse Nacional(2006-2010))

En primer lugar se establece que existe una correspondencia entre los precios de bolsa y la hidrología, donde la senda de precios refleja la periodicidad intraanual de los inviernos y verano, reforzando el hecho que en la generación hidráulica el costo de oportunidad del agua es la variable fundamental para determinar el precio, teniendo en cuenta que el sistema colombiano se fundamenta principalmente sobre recursos hídricos.

Así mismo se considera que el margen de reserva tiene un impacto sustancial en la evolución de los precios. Esta variable se ha venido disminuyendo por el crecimiento de la demanda y el relativo estancamiento de la capacidad (oferta constante desde 2004). (Insertar Grafica No 3: Utilización de la capacidad Instalada)

Dada la importancia de la generación hídrica en la oferta total de energía, el comportamiento de los precios de bolsa y el de los jugadores en el mercado también se ve afectado por anomalías climatológicas como el niño<sup>6</sup>. (Insertar Grafica Grafica No 4: Capacidad de Regulación de los Embalses)

Esto se traduce en una reducción de los aportes hidrológicos, situación que sumada a la baja regulación de los embalses obliga a que las centrales térmicas cubran una parte importante de la demanda, presionando los precios hacia arriba durante este período.

---

<sup>6</sup>El niño: consiste en el calentamiento anormal de las aguas superficiales en el pacífico frente a las costas del norte de Perú, Ecuador y sur de Colombia. Durante una de sus fases, la temperatura de la superficie del mar se calienta, los vientos colapsan y disminuyendo los patrones de precipitación.

Adicionalmente, dado el alto consumo de gas de las centrales térmicas y la poca interrumpibilidad de los demás sectores (en especial el doméstico), la máxima demanda del sistema de gas coincide con la ocurrencia del fenómeno del fenómeno del niño.

De acuerdo con Frontier Economics (2010), el mercado de gas en Colombia presenta problemas de competencia imperfecta en suministro, problemas de la confiabilidad en la prestación del servicio y ausencia de contratos completos de largo plazo.

La existencia de competencia imperfecta en suministro es el resultado de barreras de entrada, el tamaño del mercado colombiano, y la preponderancia de Ecopetrol en la explotación y distribución del gas natural, lo que se traduce en una alta concentración del mercado.

El problema de confiabilidad, surge porque la probabilidad de interrupción al consumidor no está ligada a decisiones comerciales, sino a decisiones administradas fundamentadas en una alta aversión al racionamiento.

Finalmente el problema de contratos incompletos<sup>7</sup>, es resultado del problema de la confiabilidad como bien público y de la competencia imperfecta en suministro, así como de la alta volatilidad de la demanda de gas y a la duración de los periodos críticos como el niño.

Otro factor que afecta los precios del mercado, son las expectativas respecto a la entrada en funcionamiento de nuevas plantas, capacidad que fue subastada en el año 2008. El aumento de la capacidad aumenta la eficiencia de forma inmediata ya que la demanda crece de forma lenta, este elemento es tenido en cuenta por los agentes a la hora de fijar los precios de los contratos (Insertar Grafica No 5: Expectativas de Crecimiento de la demanda y Generación, Insertar Grafica No 6: Aumento de la capacidad instalada por tipo de tecnología)

---

<sup>7</sup>“Los contratos son incompletos en el sentido que tienden a ser poco susceptibles de cumplimiento de acuerdo a las necesidades de las partes a lo largo del tiempo. Así vendedores y compradores firman contratos con poca fuerza de ley y muy susceptibles al oportunismo de las partes o a que eventos y decisiones regulatorias los modifiquen”. (Frontier Economics 2010).

Finalmente es importante considerar que algunos determinantes del precio de bolsa están denominados en dólares (USD), como por ejemplo el precio regulado del gas natural, el CERE, el precio de escasez, el precio del Fuel Oil entre otros, lo que implica que la tasa de cambio se convierta en un determinante fundamental del precio de generación, especialmente para las plantas térmicas. (Insertar Tabla No 2: Variables Operativas Mercado de Energía Mayorista (2009-2010))

### **3.4 Habilidad e incentivos para el ejercicio de Poder de mercado**

Para el caso específico colombiano, existen 3 agentes que explican más del 50% del mercado, y cuyo comportamiento individual puede alterar el comportamiento competitivo del mercado como un todo. Cuando se analizan los 6 principales agentes dentro del mercado estos abarcan cerca del 85% de la capacidad instalada, participación que ha aumentado desde el año 2006 cuando era del 78%, efecto que se ha generado por compras y adquisiciones dentro del sector y no por el aumento de la capacidad instalada. (Insertar Grafica No 11: Participación de mercado principales generadores)

De igual manera el Mercado Colombiano, presenta niveles importantes de integración vertical, entre generadores y comercializadores, como se muestra a continuación.(Insertar Tabla No 3: Integración Vertical de los Agentes participantes en el MEM)

### **3.4 Coyuntura fenómeno del niño y desabastecimiento de gas (2009-2010)**

Durante el periodo 2009-2010 se presentaron situaciones extremas de funcionamiento derivadas principalmente por la ocurrencia del fenómeno del niño que afectaron el costo de producción de energía eléctrica, las ofertas de los generadores, los precios de bolsa y la habilidad de ejercer poder de mercado por parte de los agentes.

La coyuntura se caracterizó por las siguientes circunstancias:

- i) Los productores incumplían con las entregas de gas requeridas en los despachos a los diferentes agentes térmicos, ii) falta de capacidad de transporte de gas al interior generó déficits en suministro, iii) disminución rápida del nivel de los embalses, iv) falta de disponibilidad comercial del parque térmico a precios cercanos al precio de escasez, y v) bajos precios de oferta de la generación hidráulica;

Lo anterior, sumado a otros factores como el comportamiento atípico de los precios de bolsa, la creciente preocupación por parte de las autoridades ante un eventual racionamiento, interrogantes respecto al funcionamiento del cargo por confiabilidad y dudas respecto al comportamiento competitivo de los agentes, se convirtieron en la justificación para la declaratoria del desabastecimiento de gas por parte del Ministerio de Minas y Energía, la intervención del mercado en Septiembre de 2009 entre otras medidas regulatorias, donde la preocupación primaria fue la de mantener la confiabilidad (evitar el racionamiento) por encima de las consecuencias sobre el nivel de precios (Lista de Intervenciones ver Anexo 2).

Durante este periodo se ejercieron controles referentes a restricciones de información, modificaciones en relación a los costos de arranque y parada y la composición del CNO, entre otras. Las intervenciones de los reguladores han recibido duras críticas por parte de diferentes sectores, por ejemplo, un análisis retrospectivo llevado a cabo por García y Barrera (2010) describe las intervenciones como:

Excesivas: la situación energética no era tan apremiante como fue la lectura de las autoridades en esos momentos y las intervenciones fueron ingenuas – no anticiparon el comportamiento de los agentes – y, por eso, conllevaron a más intervenciones

Prolongadas: mantener la intervención después de marzo de 2010 parece un exceso de cautela y los vertimientos de 208 millones de metros cúbicos en abril y de 250 millones de metros cúbicos en mayo son prueba fehaciente de esto.

Desde un punto de vista institucional, estos eventos ilustran un cierto carácter reactivo de la regulación. Otros elementos que hacen parte de las críticas que se han efectuado respecto a las intervenciones durante la coyuntura son:

Las medidas se llevan a cabo en situaciones de crisis, sin un análisis profundo las consecuencias que surgen de modificar la interrelación entre el mercado spot, el mercado de capacidad y la remuneración de restricciones.

La regulación tiene en este contexto un carácter de juego de “suma cero” entre el regulador y los agentes con poder de mercado.



Los agentes con poder de mercado explotan (de manera cortoplacista) los rentas que generan las intervenciones (que son sujeto de la crítica de Lucas) y el regulador reacciona introduciendo modificaciones no triviales al esquema regulatorio.

## **4. METODOLOGIA PARA MEDIR PODER DE MERCADO**

### **4.1 Escogencia y justificación de la metodología empleada**

En términos generales se presentan dos grandes obstáculos para la estimación de modelos que permitan evaluar de forma analítica el comportamiento competitivo del MEM en Colombia.

El primero está relacionado con el número de agentes, la mayoría de los modelos se han desarrollado para duopolios, lo que simplifica la formulación de modelos, extrapolar estos algoritmos a mercados con varios agentes, representa un reto en la formalización.

El segundo obstáculo es la configuración tecnológica predominantemente hidráulica. Como se observó en la revisión bibliográfica los mercados donde se han desarrollado y aplicado estudios analíticos, el precio (en el margen) lo fijan plantas térmicas para las cuales es relativamente fácil determinar su estructura de costos a partir del precio del combustible, la eficiencia de la planta y factores medios que reflejen los gastos de AOM<sup>8</sup> y costos de arranque. Este no es el caso en las plantas hídricas, donde el principal componente del costo es la valoración que hace cada agente del agua que tiene almacenada, este valor depende del comportamiento esperado de las lluvias (estocástico) y del precio actual del mercado, lo que introduce la endogenidad al sistema de formación de precios.

Teniendo en cuenta lo anterior, la información disponible respecto a las ofertas de los generadores, y el hecho que el mercado se desarrolla en una base horaria, se optó por realizar una medición directa a partir de un análisis de demanda residual (sección 2.3.2 de este documento), específicamente el cálculo del índice de Lerner .

El índice de Lerner  $L_{hj}$ , es ampliamente utilizado en estudios de organización industrial y relevante para el estudio del poder de mercado en mercados eléctricos, porque permite analizar la relación existente entre la elasticidad de la demanda y el mark-up que obtienen

---

<sup>8</sup> AOM: Administración, operación y mantenimiento

los generadores al mismo tiempo que muestra el nivel de poder de mercado para una firma (0 indica competencia perfecta, 1 indica un poder monopolico)

#### **4.2 Metodología para medir poder de mercado a partir de la demanda residual**

La conceptualización de un mercado eléctrico competitivo es un problema multidimensional de gran complejidad, especialmente en el caso colombiano por el número de agentes y por su desarrollo en una base horaria.

Wolak 2000, demuestra que el comportamiento de una firma que intervienen en un mercado eléctrico basado en subastas, puede reducirse a encontrar las cantidades y precios ex - post que maximizan sus beneficios para todas las posibles realizaciones de la demanda residual que esta enfrenta.

La demanda residual que una firma enfrenta, es igual a la demanda total del mercado  $QM$ , menos la sumatoria de las ofertas de todos los demás generadores  $SO_i(p)$  en el estado  $i$  de la naturaleza. (Insertar Grafica 7: Función de oferta, optimización del generador ante incertidumbre)

La Grafica 1 muestra una situación en la que la firma con costos marginales  $MC(q)$ , se enfrenta a dos realizaciones de la demanda residual,  $DR_0(p)$  y  $DR_1(p)$  respectivamente, de forma que por tratarse de una subasta simultanea el individuo desconoce a cuál de las posibles funciones de demanda residual se enfrenta.

Para cada estado de la naturaleza, la firma calculará los precios y cantidades que impliquen la maximización de beneficios dada la demanda residual que enfrenta, fijando las cantidades en el punto donde el ingreso marginal ( $MR_i$ ) iguala el costo marginal.

De esta manera, si la firma se enfrenta a estas dos posibles realizaciones de la demanda residual, su estrategia esperada de maximización de beneficios, debe ser una función que contenga los puntos  $(q_1, p_1)$  y  $(q_2, p_2)$ , en la medida en que cada uno representa una respuesta optima dada una realización de la demanda residual. En general, la función de ofertas que maximiza los beneficios de la firma es una función que contiene todas las respuestas óptimas a todas las posibles realizaciones de demanda residual.

Sin importar el estado de la naturaleza, la siguiente ecuación se mantiene para cualquier hora del día  $h$  y para cualquier generador  $j$ :

$$\frac{(P_h - MC_{jh})}{P_h} = - \frac{1}{\varepsilon_{jh}} \quad (1)$$

Donde  $P_h$  es el precio del mercado en la hora  $h$ ,  $MC_{jh}$  es el costo marginal del MWh más costoso generado por la firma  $j$  en la hora  $h$ , y  $\varepsilon_{jh}$  es la elasticidad de la demanda residual enfrentada por la firma  $j$  en la hora  $h$  evaluada en  $P_h$ :

$$\varepsilon_{jh} = DR'_{jh}(P_h) \left( P_h / DR_{jh}(P_h) \right) \quad (2)$$

Definiendo  $L_{hj}$ , como el índice de Lerner para la firma  $i$  en la hora  $h$ , como:

$$L_{hj} = \frac{1}{\varepsilon_{hj}} \quad (3)$$

La firma maximiza su beneficio esperado, al fijar una curva de oferta en la que todas las intersecciones con las posibles demandas residuales se den a precios que impliquen el cumplimiento de la ecuación 3 para esa ocurrencia de la demanda residual, resultando en precios de mercado  $P_h$ . Si la firma está en la capacidad de encontrar esta curva de oferta, entonces para esta es imposible incrementar los beneficios esperados reduciendo su oferta, dadas las cantidades ofrecidas por los demás generadores y las posibles realizaciones de la demanda de mercado.

De esta manera,  $L_{hj} = \frac{1}{\varepsilon_{hj}}$  es una medida del poder de mercado unilateral que la firma  $j$  puede ejercer durante la hora  $h$ .

#### *Implementación del Modelo:*

El proceso implica, primero el cálculo de la demanda agregada transada en bolsa, y a este valor restarle la cantidad de energía suministrada por los demás generadores. Evaluando en el precio de mercado, se encuentra así el valor de la demanda residual para un generador en una hora específica.

A continuación se presenta un ejemplo gráfico para una mejor ilustración de la forma en que se aplica la metodología a partir de las ofertas formuladas por los generadores y una realización de la demanda.

Suponga dos generadores A y B que participan de un Mercado eléctrico y envían sus funciones de oferta, las cuales típicamente son de forma escalonada, donde el largo de cada paso muestra la cantidad de energía ofertada y el alto el nivel de precios correspondiente, (la forma escalonada de estas funciones se explica porque un mismo agente puede controlar varias unidades de generación). (Insertar Grafica 8: Oferta total del mercado)

Teniendo en cuenta la definición de la demanda residual, en el ejemplo con solo dos agentes, la demanda residual que la firma A enfrenta, es igual a la demanda total del mercado en una hora o periodo de tiempo específico, menos la función de oferta de la firma B. (Insertar Grafica9: Diferencia entre demanda total del mercado y ofertas de los demás agentes)

A partir del cálculo de la demanda residual, se define la elasticidad precio (arco) como:

$$\varepsilon_{jh} = \frac{DR_{jh}(P_h(high)) - DR_{jh}(P_h(low))}{(P_h(high)) - (P_h(low))} \times \frac{(P_h(high)) + (P_h(low))}{DR_{jh}(P_h(high)) + DR_{jh}(P_h(low))} \quad (4)$$

Donde  $P_h(low) / (high)$ , es el valor más cercano por debajo/encima del precio de bolsa en la hora h, y  $DR_{jh}(P_h(low)) / high$ , es el valor de la demanda residual evaluado en  $P_h(low) / (high)$ , el cual debe ser menor/mayor al valor de la demanda residual evaluada en el precio de bolsa en la hora h. (Insertar Grafica 10: Calculo Índice de Lerner)

## 5. COINTEGRACION

Considere una serie de variables económicas que en largo plazo convergen a un equilibrio descrito por:

$$\beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \dots + \beta_n x_{nt} = 0 \quad (5)$$

Donde  $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n)$  denota el vector de parámetros y  $x_t = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  las variables cuya relación se pretende estudiar.

De acuerdo con Engle y Granger (1987), se dice que las variables en  $x_t$  son cointegradas de orden  $d, b$  si:

- Todos los componentes en  $x_t$  son integrados de orden  $d$ .
- Existe un vector  $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n)$  tal que la combinación lineal  $\beta x_t = \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \dots + \beta_n x_{nt} = 0$  sea integrada de orden  $(d - b)$  donde  $b > 0$ , y  $\beta$  es el vector de cointegración.

De acuerdo con Enders (2010) existen cuatro consideraciones que deben mencionarse respecto a la definición anterior:

- El vector de cointegración no es único, aun cuando la definición hace referencia a relaciones lineales entre las variables que pertenecen a  $x_t$ .
- Cointegración hace referencia a variables integradas del mismo orden.
- Si  $x_t$  contiene  $n$  componentes no estacionarios, entonces pueden existir al menos  $n - 1$  vectores de cointegración linealmente independientes.
- Generalmente la literatura sobre cointegración se centra en casos que contienen una raíz unitaria, la razón es que el análisis de series de tiempo es aplicable cuando las variables son  $I(0)$  y pocas variables económicas son integradas de orden mayor a 1.

## 5.1 Cointegración y Tendencias Comunes

Una forma de entender la relación de cointegración entre variables, es la planteada por Stock y Watson (1988), donde se define que variables que mantienen esta relación presentan tendencias comunes.

Suponga que  $x_t = (y_t, z_t)$ , donde  $y_t, z_t$  pueden representarse como una caminata aleatoria con un término de error.

$$y_t = \mu_{yt} + \varepsilon_{yt} \quad (6)$$

$$z_t = \mu_{zt} + \varepsilon_{zt} \quad (7)$$

Donde,  $\mu_{it}$  es una caminata aleatoria que representa la tendencia estocástica de la variable  $i$ , y  $\varepsilon_{it}$  el componente estacionario irregular de la variable  $i$ .

De esta manera si  $y_t, z_t$  son cointegradas de orden (1,1), entonces deben existir valores diferentes de cero para  $\beta_1$  y  $\beta_2$  de forma que la combinación lineal  $\beta_1 y_t + \beta_2 z_t$  sea estacionaria.

$$\beta_1 y_t + \beta_2 z_t = \beta_1 (\mu_{yt} + \varepsilon_{yt}) + \beta_2 (\mu_{zt} + \varepsilon_{zt}) \quad (8)$$

Para que esta suma sea estacionaria se debe cumplir que

$$\beta_1 \mu_{yt} + \beta_2 \mu_{zt} = 0 \quad (9)$$

Dadas las características  $\mu_{it}$ , la siguiente relación debe mantenerse cualquier momento  $t$

$$\mu_{yt} = -\beta_2 \mu_{zt} / \beta_1 \quad (10)$$

Relación que se traduce en que para valores diferentes de cero para  $\beta_1$  y  $\beta_2$  las tendencias estocásticas deben ser iguales ajustadas por un escalar. El punto esencial es que los parámetros del vector de cointegración deben ser tales que eliminen el efecto de la tendencia estocástica en la combinación lineal. Teniendo en cuenta la anterior es claro que para que dos variables estocásticas  $y_t, z_t I(1)$  estén cointegradas de orden (1,1), deben tener la misma tendencia.

## **5.2 Utilización de metodologías de integración como una herramienta de medición indirecta de colusión en el mercado de generación eléctrica colombiano.**

Al igual que en la medición de poder de mercado, el problema de dimensionalidad que surge de las características propias del mercado colombiano (pluralidad de agentes y generación predominantemente hídrica), implica una gran dificultad en el desarrollo e implementación de modelos analíticos para la medición y estudio de comportamientos colusivos entre los agentes.

Como se indicó en la sección 4, la medición del índice de Lerner basado en la demanda residual, recoge información respecto al proceso de optimización de cada generador, donde su estrategia de oferta en la subasta de mérito, está sujeta a las ofertas realizadas por los demás agente. En otras palabras las ofertas son el resultado de una función de reacción,

donde cada agente busca maximizar sus beneficios basado en sus expectativas de demanda y comportamiento de los demás agentes.

De esta manera, y considerando la alta frecuencia del mark- upestimado para diferentes agentes, se busca establecer si estos siguen una tendencia común de largo plazo, resultado que puede ser interpretado como una medición indirecta de colusión tacita.

## **6. IMPLEMENTACION Y RESULTADOS**

En esta sección se presentan los resultados del ejercicio de medición de poder de mercado y colusión para el Mercado de Energía Mayorista en Colombia en el periodo comprendido entre Enero de 2007 y Diciembre de 2010.

El análisis se efectuó para la muestra completa y el periodo crítico donde coincidió la ocurrencia del fenómeno del niño con una situación de desabastecimiento de gas, con el fin de comparar el comportamiento de largo plazo los agentes con el comportamiento en situaciones coyunturales de estrés del sistema.

El análisis de la coyuntura específica es relevante por dos razones, la primera de carácter técnico es que durante la coyuntura el nivel de la demanda se mantiene constante mientras que la capacidad de generación se reduce debido a disminución de los recursos hídricos, aumentando el poder de mercado de los agentes generadores necesarios para abastecer la demanda. La segunda es de carácter anecdótico y es el debate y la gran cantidad de intervenciones que se dieron durante este periodo, las cuales fueron discutidas en la sección 4.

Para efectos de la medición de poder de mercado y análisis de colusión específicos durante la coyuntura, surge la dificultad de establecer de forma consistente fechas de inicio y finalización del fenómeno del niño, por lo tanto se utilizó como proxy la probabilidad de ocurrencia del niño para los próximos tres meses medida por el IRI (International Research Institute of Climate and Society), y se asignó un nivel ad hoc del 70% con el fin de acotar la muestra utilizada.

De igual manera, se realizó una diferenciación entre horas de alta demanda y horas de baja demanda, ya que la estructura del despacho cambia durante el día, y por ende la posición

de los agentes generadores ante el mercado. Dada la concentración de la capacidad instalada y el nivel de la demanda, la participación de los agentes con mayor participación se hace necesaria con el fin de abastecer la totalidad de la demanda, aumentando el poder de mercado de estos agentes.

El ejercicio se realizó con base en la información disponible en la página web del administrador del mercado ([www.xm.com.co](http://www.xm.com.co)), utilizando las ofertas de precios y cantidades de cada uno de los generadores del sistema, los precios de bolsa y la demanda de energía del sistema

## **6.1 Resultados**

El ejercicio de medición consistió en calcular el índice de Lerner para los 5 principales grupos generadores en Colombia (Empresas Públicas de Medellín, Emgesa, Isagen, Gecelca y EPSA) haciendo uso de la metodología de Wolak (2000)<sup>9</sup>, en una frecuencia horaria durante los cuatro años (2006 – 2010).

En primer lugar y de acuerdo con las expectativas, se encuentra que existe una correspondencia entre la participación de mercado y el nivel del índice de Lerner estimado. Cuando un generador concentra un mayor porcentaje de la capacidad total del sistema, la participación del mismo se hace más importante para satisfacer la demanda, aumentando la capacidad del mismo para influir en el comportamiento del mercado (cantidades, precios).

De igual forma, se encuentra que en promedio para todos los agentes el índice de Lerner es mayor en las horas de alta demanda que en las horas de baja demanda.

La medición de los índices muestra que en promedio los agentes no agotan su poder unilateral de mercado ya que en la mayoría de las observaciones la medición del índice se encuentra por debajo de la participación de mercado medida sobre la capacidad de generación, este resultado se da para todos los agentes.

---

<sup>9</sup>EPSA junto con otros activos de generación fueron adquiridos durante el año 2010 por Colinvertaciones, de forma que el ejercicio de medición de poder unilateral de mercado se midió el índice para Epsa hasta el año 2009, y para Colinvertaciones en el año 2010.



Lo anterior coincide con los resultados obtenidos por el comité de Seguimiento al Mercado de Energía Mayorista (“CSMEM”), y los órdenes de magnitud en la medición del índice se mantienen.

No obstante al realizar la medición puntual del índice por hora se encuentra que para casos específicos en horas de alta demanda, los índices alcanzan valores extremos que se acercan a los esperados en un mercado monopolístico (mayores al 90%), resultado que no es observable en las mediciones del CSMEM ya que la medición que estos realizan es basada en promedios mensuales (Ver Anexo 3). (Insertar Tabla No 4: Estadísticas Descriptivas Índices de Lerner (2007-2010))

Contrario a lo esperado, al analizar las estadísticas de los índices calculados para el periodo en el que se presentó el Fenómeno del Niño y el desabastecimiento de gas, los órdenes de magnitud no cambian de forma sustancial, implicando que el ejercicio de poder unilateral de mercado por parte de los jugadores no se incrementó por las circunstancias específicas, en otras palabras el mark-up o diferencia entre el costo de generación y el precio se mantuvo.

El resultado anterior, muestra que durante este periodo los grandes generadores no vieron incrementado su poder de mercado, esto puede explicarse por el hecho que el con excepción de Gecelca los activos de generación de estos jugadores están mayoritariamente concentrados en plantas hidroeléctricas, y el incremento de precios se explica mayoritariamente por la entrada al despacho de los generadores térmicos.

La segunda parte del ejercicio consistió en una prueba indirecta de comportamiento colusivo tácito entre los agentes. Haciendo uso de la alta frecuencia de los datos, se realizaron tests estadísticos (método del Engle y Granger) con el fin de establecer si las series de los índices estimados presentan tendencias comunes en el largo plazo. Este procedimiento se realizó para los mismos conjuntos de datos que el ejercicio de medición del índice de Lerner, horas de alta y baja demanda y muestra completa y coyuntura del fenómeno del niño y desabastecimiento de gas.

El primer paso es la estimación de la estacionariedad de las series, para lo cual se efectuó un test Aumentado de Dickey-Fuller, para cada una de las series de índices<sup>10</sup> obteniendo los siguientes resultados. (Insertar Tabla 6: Resultados prueba de raíz unitaria (Dickey-Fuller))

La prueba realizada, muestra que las series de los índices son estacionarias, lo que implica el rechazo de la hipótesis de colusión tácita entre los agentes, ya que para que las series estén cointegradas es necesario que estas sean  $I(1)$ . Este resultado de estacionariedad, implica que el ejercicio de poder unilateral de mercado muestra una tendencia estable de largo plazo en los 5 casos que fueron analizados. Una posible interpretación es que la habilidad para manipular el mercado de los generadores en el caso colombiano depende de la relación específica de cada agente con el mercado y no de estrategias coordinadas entre los mismos.

De forma más específica, este resultado arroja evidencia en favor de que la capacidad instalada de cada agente en relación a la capacidad total del sistema, y su composición entre generación hidráulica y térmica, las cuales se mantuvieron prácticamente invariantes durante el periodo analizado, son variables fundamentales en la explicación del ejercicio de poder de mercado en el mercado de generación en Colombia.

Estos resultados deben analizarse considerando la falta de información de contratos bilaterales en el cálculo del índice de Lerner, en la medida en que a pesar que las ofertas que los generadores efectúan diariamente son producto de un proceso de maximización sujeto a la demanda residual, esta decisión se ve afectada por la posición neta contratada, lo que implica una desviación entre el índice calculado y el verdadero mark-up.

## 6.2 Conclusiones

Las conclusiones del estudio pueden clasificarse como de procedimiento y de implicaciones de política.

---

<sup>10</sup>"dfuller" realiza la prueba de Dickey-Fuller para determinar si una variable sigue un proceso de raíces unitarias. La hipótesis nula es que la variable contiene una raíz unitaria, y la alternativa es que la variable fue generada por un proceso estacionario.

La primera conclusión es de carácter procedimental, las limitaciones del estudio muestran que aun conociendo las ofertas de los generadores una medición adecuada de la capacidad y la medida de ejercer poder de mercado por parte de un generador en el MEM, requiere de acceso a información que es de carácter privado, como las características de los contratos bilaterales mediante los cuales los generadores venden gran parte de su energía, o de los costos específicos de generación de cada planta.

Los resultados a pesar de sus limitaciones, muestran que los mark-ups están relacionados principalmente con variables operativas propias de los agentes como su participación en la capacidad instalada del sistema, y la composición de los activos de generación entre plantas térmicas e hidráulicas, y su relación con los ciclos hidrológicos del país.

En las conclusiones de implicaciones de política, el análisis específico de la coyuntura, la frecuencia de las intervenciones durante el fenómeno del niño muestra que la principal preocupación de los reguladores es mantener la confiabilidad y operatividad del sistema, y que ante la eventualidad de un posible racionamiento metas de carácter económico como el funcionamiento competitivo del mercado son subordinadas ante objetivos operacionales o de funcionamiento del sistema.

La dificultad en la medición de poder de mercado hace igualmente difícil su comparación respecto a otros mercados, no obstante el número de agentes generadores que participan en el MEM (alrededor de 26 empresas para el periodo analizado), permite inferir que el mercado colombiano presenta un nivel importante de competencia comparado con mercados como el de Inglaterra o California, donde la generación se desarrolla de forma duopolica.

Respecto al monitoreo del comportamiento de los agentes generadores, debe partirse de la base que el mercado eléctrico es de naturaleza oligopólica y por lo tanto los generadores mantendrán alguna medida de poder de mercado, adicionalmente dada la dificultad en la estimación de costos del sistema, un monitoreo efectivo de los requiere de acceso a la información de la energía transada a través de contratos bilaterales.

Finalmente, en el funcionamiento del mercado colombiano, la regulación ha asumido el papel de protección de los consumidores, comportamiento que se entiende por la naturaleza

de servicio público esencial de la industria, lo que se traduce en la alta inflexibilidad de la demanda.

Existe un gran potencial en permitir una mayor participación de la demanda en el mecanismo de formación de precios, reduciría de manera importante el poder de mercado de los generadores.

## **REFERENCIAS**

**Borenstein, S. and J. Bushnell (2000)** “Electricity Restructuring: Deregulation or Reregulation?” Working Paper PWP077, University of California Energy Institute.

**Borenstein, S., J. Bushnell and S. Stoft (2000)**, “The Competitive Effects of Transmission Capacity in a Deregulated Electricity Industry.” Vol. 31, No. 2 pp. 294 325

**Borenstein, S., J. Bushnell and F. Wolak (1999)**, “Diagnosing Market Power in California’s Deregulated Wholesale Electricity Market.” Working Paper PWP 064, University of California Energy Institute.

**Borenstein, S., J. Bushnell and C. Knittel (1999)**, “Market Power in Electricity Markets: Beyond Concentration Measures.” Working Paper PWP059, University of California Energy Institute, (forthcoming, The Energy Journal).

**Bushnell, J. and F. Wolak (1999)**, “Regulation and the Leverage of Market Power in the California Electricity Market.” Working Paper PWP070, University of California Energy Institute.

**Fabra, N. (2001)**, “Tacit Collusion in Electricity Markets: Uniform-price versus Discriminatory Auctions” mimeo, European University Institute.

**Fabra y Harbor (2001)**, “Market Power in Electricity Markets an Overview of the Theoretical and Empirical Literature

**Fabra, N., D. Harbord and N-H. von der Fehr (2001)**, “Design of Electricity Auctions” forthcoming, European University Institute and University of Oslo. Fabra, N., D.

**Fehr, N-H. von der, and D. Harbord (1992)**, “Spot Market Competition in the UK Electricity Industry.” Memorandum No. 9/92, University of Oslo Department of Economics.

**Fehr, N-H. von der, and D. Harbord (1992)**, “Long-Term Contracts and Imperfectly Competitive Spot Markets: A Study of the UK Electricity Industry.” Memorandum No. 14/92, University of Oslo, Department of Economics.

**Fehr, N-H. von der, and D. Harbord (1993)**, “Spot Market Competition in the UK Electricity Industry.” The Economic Journal, Vol. 103, pp. 531-546.

**Fernando Barrera y Alfredo García (2010)**, “Desempeño del mercado eléctrico colombiano en épocas de niño: lecciones del 2009-2010” un informe para la asociación colombiana de generadores de energía eléctrica

**Harbord and P. Marin (2001)**, “Asset Divestment, post-merger market structure and technology mix in the Spanish electricity market”, a paper submitted to the Spanish Competition Court

**Newbery, D. (1992)**, “Capacity-Constrained Supply Function Equilibria: Competition and Entry in the Electricity Spot Market.” DAE Working Paper no. 9208, Department of Applied Economics, University of Cambridge, UK.

**Newbery, D. (1998)**, “Competition, Contracts and Entry in the Electricity Spot Market.” Rand Journal of Economics, vol. 29, pp. 726-49.

**Newbery, D. (1999)** ,Privatisation, Restructuring and Regulation of Network Utilities, MIT Press, London.

**Wolak, F.A. and R.H. Patrick (1997)**, “The Impact of Market Rules and Market Structure on the Price Determination Process in the England and Wales Electricity Market.” POWER Working Paper PWP-047, University of California.

**Wolak, F. (1999)**, “An Empirical Analysis of the Impact of Hedge Contracts on Bidding Behavior in a Competitive Electricity Market.” mimeo, Stanford University.

**Wolfram, C. (1998)**, “Strategic Bidding in a Multi-Unit Auction: An Empirical Analysis of Bids to Supply Electricity in England and Wales.” Rand Journal of Economics, 29, 703-725.

**Wolfram, C. (1999)**, “Measuring Duopoly Power in the British Electricity Spot Market.” American Economic Review 89, pp. 805-826.

**Wolfram, C., (1999)**, ‘Electricity Markets: Should the Rest of the World Adopt the UK Reforms?’, Regulation; 22(4), pp 48-53.

## TABLAS Y GRAFICAS

**Tabla No1:** Agentes del Mercado de energía mayorista

<b>Actividad</b>	<b>Registrados</b>	<b>Transan</b>
Generadores	48	41
Comercializadores	85	69
Operadores de Red	30	29
Transmisores	11	9
Fronteras Usuarios Regulados		4.741
Fronteras Usuarios No Regulados		4.638
Fronteras Alumbrado Público		409

**Fuente:** Xm

**Tabla No 2:** Variables Operativas Mercado de Energía Mayorista (2009-2010)

<b>Variables</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
<b>Oferta</b>		

Volumen Útil Diario (GWh)	10.000	11.957
Volumen Respecto a la Capacidad Útil	65%	78%
Aportes Hídricos (GWh)	43.139	52.302
Aportes Respecto a la Media Histórica	89%	107%
Vertimientos (GWh)	441	3.456
Capacidad Defectiva		
Neta (MWh)	13.495	13.289
<b>Generación</b>		
Hidráulica (GWh)	38.713	38.088
Generación Hidráulica Respecto al Total	69%	67%
Térmica (GWh)	14.488	15.590
Generación Térmica Respecto al Total	26%	27%
Plantas Menores (GWh)	2.658	2.985
Generación Plantas Menores Respecto al Total	5%	5%
Cogeneradores (GWh)	106	222
Generación Cogeneradores Respecto al Total	0,2%	0,4%
Total (GWh)	55.965	56.887
<b>Demanda</b>		
Comercial (GWh)	55.959	56.897
Nacional del SIN (GWh)	54.679	56.147
Regulada (GWh)	36.978	37.820
No Regulada (GWh)	17.351	18.002
No Atendida (GWh)	51	48
Potencia (MWh)	9.290	9.100

**Fuente: Xm**

**Tabla No 3: Integración Vertical de los Agentes participantes en el MEM**

<b>Generadores</b>	<b>Producción en 2008</b>	<b>Participación de Mercado</b>
EEPPM	13.105	24%
EMGESA	12.980	24%
ISAGEN	10.105	19%
GECELCA	4.462	8%
EPSA	4.206	8%
CHIVOR	3.760	7%
GESTIÓN ELECTRICA	1.323	2%
<b>Comercializadores</b>	<b>Demanda en 2008</b>	<b>Participación de mercado</b>

EEPPM	797	18%
CODENSA	735	16%
ELECTRICARIBE	612	13%
EMCALI	285	6%
ISAGEN	253	6%
EMGESA	186	4%
ESSA	149	3%

**Fuente:** Wolak (2008) <sup>11</sup>

**Tabla No 4:** Estadísticas Descriptivas Índices de Lerner (2007-2010)

<b>Muestra Completa</b>					
	<b>EEPPM</b>	<b>EMGESA</b>	<b>ISAGEN</b>	<b>GECELCA</b>	<b>EPSA/Colinver</b>
Media	18%	18%	16%	8%	9%
Mediana	9%	8%	8%	3%	3%
Varianza	5%	6%	4%	2%	2%
Max	100%	100%	100%	100%	100%
Min	0%	0%	0%	0%	0%
No Obs	34.320	34.320	34.320	34.320	34.320
<b>Muestra Completa Alta Demanda</b>					
	<b>EEPPM</b>	<b>EMGESA</b>	<b>ISAGEN</b>	<b>GECELCA</b>	<b>EPSA/Colinver</b>
Media	21,3%	23,5%	19,2%	11,8%	11,8%
Mediana	13%	12%	12%	5%	5%
Varianza	6%	7%	5%	3%	3%
Max	100%	100%	100%	100%	100%
Min	0	0	0	0	0
No Obs	7.150	7.150	7.150	7.150	7.150
<b>Muestra Completa Baja Demanda</b>					
	<b>EEPPM</b>	<b>EMGESA</b>	<b>ISAGEN</b>	<b>GECELCA</b>	<b>EPSA/Colinver</b>
Media	18%	17%	15%	8%	8%
Mediana	9%	8%	8%	3%	3%
Varianza	5%	6%	4%	2%	2%
Max	100%	100%	100%	100%	100%
Min	0%	0%	0%	0%	0%
No Obs	28.600	28.600	28.600	28.600	28.600

**Tabla No 6:** Estadísticas Descriptivas Índices de Lerner (Jul 2007- Abr2010)

**Niño y Des Gas**

<sup>11</sup> ESSA hace parte del grupo EEPPM, el Grupo ENDESA es propietario de EMGESA y CODENSA.

	<b>EEPPM</b>	<b>EMGESA</b>	<b>ISAGEN</b>	<b>GECELCA</b>	<b>EPSA/Colinver</b>
Media	14%	18%	12%	8%	5%
Mediana	8%	9%	6%	3%	2%
Varianza	4%	6%	3%	2%	1%
Max	100%	100%	100%	100%	100%
Min	0%	0%	0%	0%	0%
No Obs	6.552	6.552	6.552	6.552	6.552

**Niño y Des Gas Alta Demanda**

	<b>EEPPM</b>	<b>EMGESA</b>	<b>ISAGEN</b>	<b>GECELCA</b>	<b>EPSA/Colinver</b>
Media	17,3%	19,0%	14,9%	7,8%	7,5%
Mediana	8%	9%	7%	3%	2%
Varianza	5%	6%	4%	2%	2%
Max	100%	100%	100%	100%	100%
Min	0	0	0	0	0
No Obs	27.170	27.170	27.170	27.170	27.170

**Niño y Des Gas Baja Demanda**

	<b>EEPPM</b>	<b>EMGESA</b>	<b>ISAGEN</b>	<b>GECELCA</b>	<b>EPSA/Colinver</b>
Media	13%	16%	11%	8%	4%
Mediana	7%	8%	5%	3%	1%
Varianza	4%	5%	3%	2%	1%
Max	100%	100%	100%	100%	100%
Min	0	0	0	0	0
No Obs	5.187	5.187	5.187	5.187	5.187

**Tabla 6:** Resultados prueba de raíz unitaria (Dickey-Fuller)

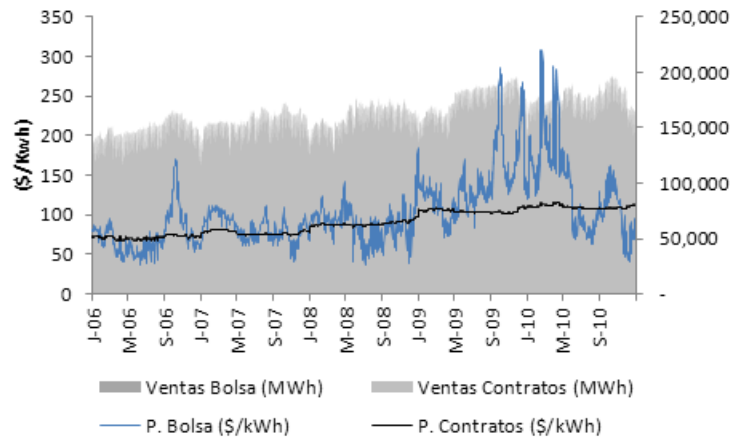
<b>Dfuller (z)</b>						
	<b>EEPPM</b>	<b>EMGESA</b>	<b>ISAGEN</b>	<b>GECELCA</b>	<b>EPSA/Colinver</b>	
10%		-2,57	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57
5%		-2,86	-2,86	-2,86	-2,86	-2,86
1%		-3,43	-3,43	-3,43	-3,43	-3,43
Muestra Completa		-13,33	-12,88	-12,88	-14,70	-12,21
Ho		Rechazada	Rechazada	Rechazada	Rechazada	Rechazada
Niño y Des Gas		-9,62	-10,40	-11,34	-12,45	-11,41
Ho		Rechazada	Rechazada	Rechazada	Rechazada	Rechazada
Muestra Completa Alta		-7,93	-6,75	-7,83	-5,95	-5,69



Demanda

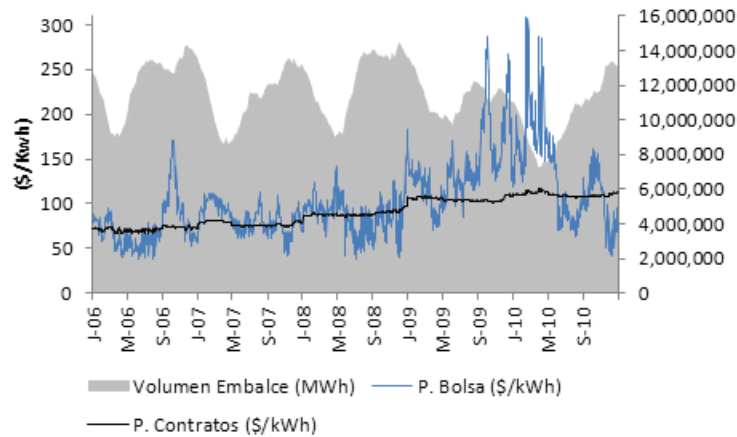
Ho	Rechazada	Rechazada	Rechazada	Rechazada	Rechazada
Niño y Des Gas Alta Demanda	-5,29	-5,54	-6,26	-6,20	-7,93
Ho	Rechazada	Rechazada	Rechazada	Rechazada	Rechazada
Muestra Completa Baja Demanda	-12,75	-12,71	-12,69	-15,59	-13,30
Ho	Rechazada	Rechazada	Rechazada	Rechazada	Rechazada
Niño y Des Gas Baja Demanda	-9,63	-9,92	-10,19	-10,87	-11,08
Ho	Rechazada	Rechazada	Rechazada	Rechazada	Rechazada

**Grafica 1: Mercado Spot (Bolsa) vs Mercado de Contratos (2006-2010)**



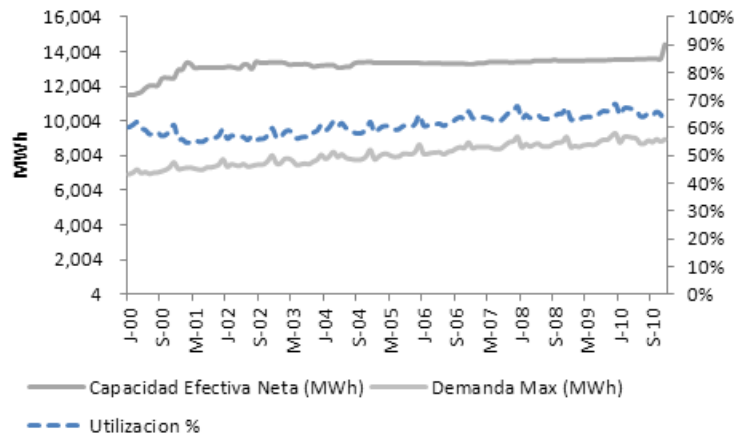
**Fuente: Xm**

**Grafica 2: Precios de Bolsa vs Nivel de Embalse Nacional (2006-2010)**

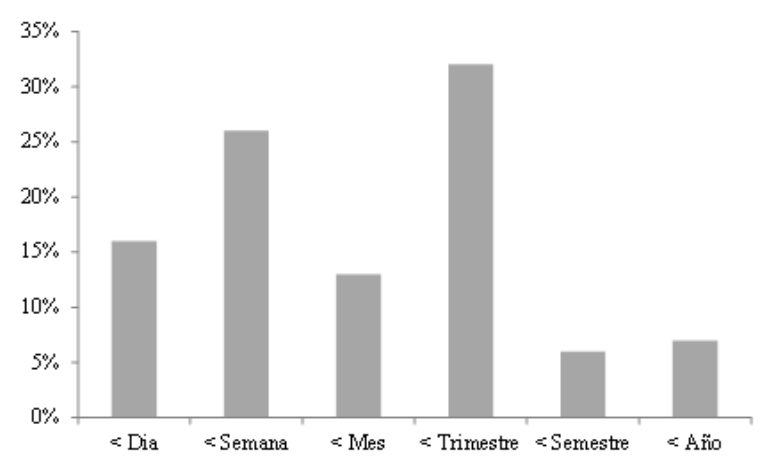


**Fuente: Xm**

**Grafica No 3: Utilización de la capacidad Instalada (Potencia)**

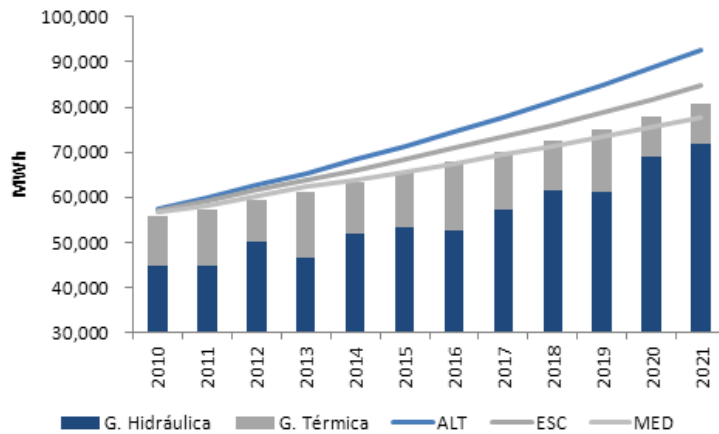


**Grafica No 4: Capacidad de Regulación de los Embalses**



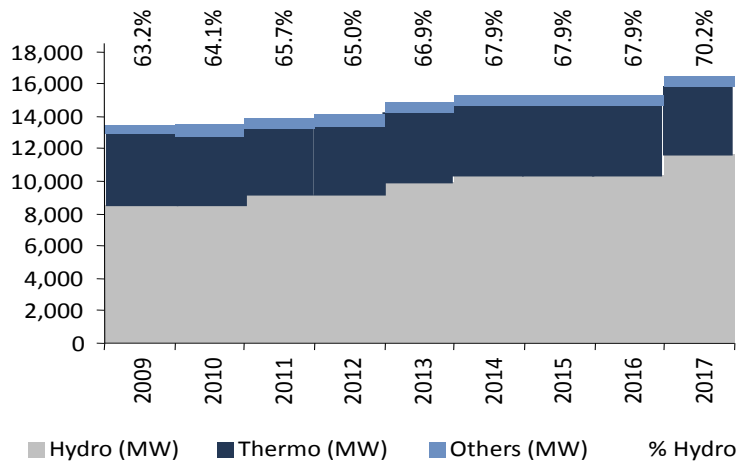
**Fuente (Grafica 3 y 4): Topologia de la Red XM**

**Grafica No 5: Expectativas de Crecimiento de la demanda y Generación**



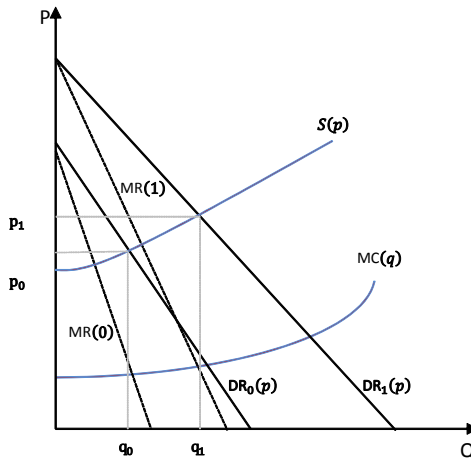
**Fuente: Upme**

**Grafica No 6:** Aumento de la capacidad instalada por tipo de tecnología

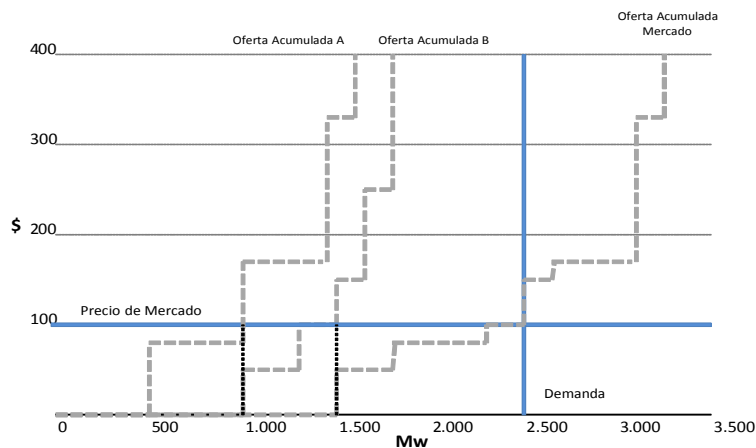


Fuente: Upme

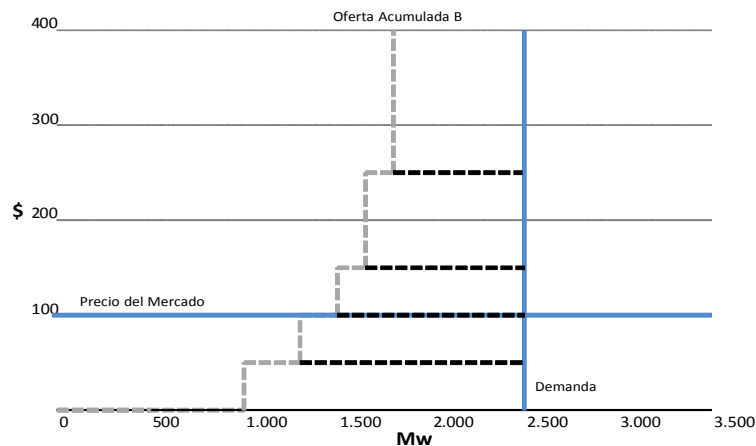
**Grafica 7:** Función de oferta, optimización del generador ante incertidumbre



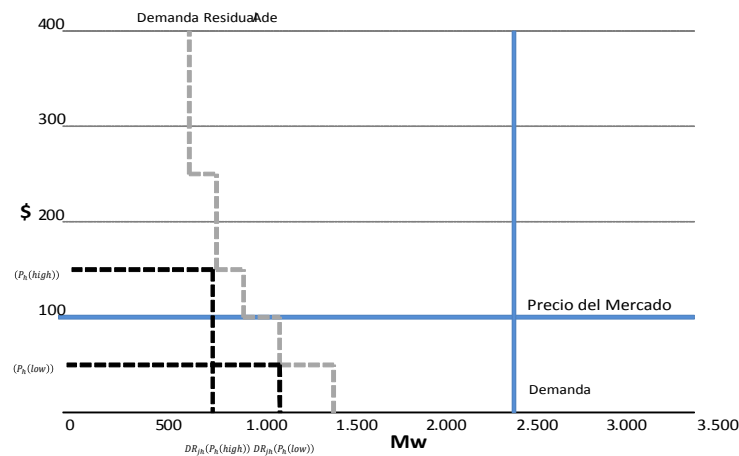
**Grafica 8:** Oferta total del mercado



**Grafica 9:** Diferencia entre demanda total del mercado y ofertas de los demás agentes



**Grafica 10:** Cálculo Índice de Lerner



Fuente: Xm

**Anexo 1**

Informe No	Fecha	Temas Tratados	Conclusiones Relevantes
Informe No 8	oct-06	Definición del Índice de Lerner como indicador del poder de mercado.	
Informe No 18	ago-07	Revisión de diferentes desarrollos teóricos para medir el poder de mercado y su uso en mercados mayoristas de energía eléctrica. Búsqueda de métodos alternativos al índice de Lerner para la medición de poder de mercado.	
Informe No 22	oct-07	Medición de poder unilateral de mercado en el MEM con base en la Metodología de Wolfram(1999) para el periodo Mayo-Julio de 2007.	Los precios observados incluyen márgenes considerables aun después de cubrir costos fijos, lo cual no parece arrojar evidencia sobre a comportamientos colusivos, sino en factor de una convergencia de estrategia optimizadoras descentralizadas donde los agentes explotan la totalidad del poder de mercado que se deriva de la estructura de la industria
Informe No 24	dic-07	Seguimiento de la medición del índice de Lerner y mención a los resultados de la aplicación del índice de Wolfram	Durante el periodo Agosto - Octubre se evidencia que las circunstancias en el mercado llevaron a aumentos en el poder de mercado de los principales Agentes. Se Menciona que para las horas de Alta demanda los índices llegaron a alcanzar valores hasta del 27% para EPM y Emgesa, fenómeno explicado por un aumento en la pendiente de la curva e oferta
Informe No 32	oct-08	Se presentan algunas conclusiones de la teoría económica respecto al poder de mercado en el sector eléctrico y se discuten los elementos delo que constituirá la herramienta para identificar situaciones de poder de mercado y se analizan 4 casos baja la metodología mencionada.	El hecho de que exista poder de mercado, n o implica que los agentes estén abusando del mismo, el abuso presupone que los agentes desvíen sus ofertas o retengan capacidad para lograr un precio superior al de una situación competitiva. Demostrar el abuso presenta grandes dificultades ya que solo los agentes cuentan con la información necesaria. Al respecto la Superintendencia de Servicios Públicos ha analizado diferentes situaciones, sin embargo estas no se han traducido en ningún tipo de sanción ya que los

			agentes han otorgado explicaciones técnicas a estas situaciones, y a la falta de tipificación de este comportamiento en la legislación colombiana. Adicionalmente se establece que a partir de la teoría económica y las practicas jurídicas, la tipificación del abuso debería cumplir con tres condiciones: i) El agente cuente con poder de mercado, ii) El agente altero el precio o las cantidades de mercado y iii) el agente obtuvo mayores beneficios por haber ejercido el poder de mercado.
Informe No 34	dic-08	Análisis de los Aspectos relevantes del MEM 2008	De Acuerdo con las mediciones del CSMEM, el oligopolio de generadores detenta poder de mercado elevado, con relación a otros países para los que existen reportes. De igual forma, una observación continua del mercado permite presumir que los agentes han desarrollado estrategias de dominancia conjunta que les facilita ejercer su poder de mercado durante un porcentaje elevado de tiempo.
Informe No 35	feb-09	Si bien la metodología utilizada fue propuesta en el informe No 32 de 2008, en este informe ha sido extendida para tener en consideración la amortiguación producida por la energía de contratos despachados y ha sido aplicada a las transacciones de Bolsa para el periodo comprendido entre Agosto 1 y Diciembre 31 de 2008.	Esta metodología permite contar con herramientas efectivas para fortalecer el nivel de competencia en el MEM, identificando situaciones de posible ejercicio de poder de mercado, que deberían contar con el sustento regulatorio requerido, para que la SSPD pueda con base en esta metodología ejercer las acciones del caso. Además se pudo demostrar que inclusive en días posteriores a los domingos y festivos, el incremento en los precios de Bolsa no obedece exclusivamente al aumento de la demanda de los días laborales, sino que también puede obedecer a conductas especulativas
Informe No 38	may-09	Existe un consenso a nivel internacional en los comités de seguimiento de los mercados de energía mayorista, a favor de la toma de medidas preventivas (ex-ante) para evitar el ejercicio de poder de mercado, en lugar de los largos y tortuosos procesos legales y/o regulatorios (ex-post), que normalmente toman demasiado tiempo y son inequitativos frente a los agentes afectados (generadores y consumidores).	Las medidas de mitigación del poder de mercado se clasifican en: • Medidas de largo plazo: – La red de transmisión como facilitador de la competencia – El impacto de los contratos forward – El tratamiento simétrico para la carga y la generación. • Medidas de corto plazo: – Medidas de mitigación ex-post – Medidas de mitigación ex-ante
Informe No 43	oct-09	Reiteradamente el CSMEM ha manifestado su preocupación por el alto nivel de concentración que presenta el MEM en la actualidad, el cual dado el caso que un agente como Emgesa o EPM adquiriera a Isagen, llegaría a comprometer seriamente la viabilidad del MEM, al convertirse dicho agente en pivotal. Además, el comportamiento en las estrategias de oferta de los recursos hídricos puede estar señalando el ejercicio de poder de mercado, lo cual coincide con la presencia del fenómeno del Niño	En el mercado mayorista de energía colombiano EPM, EMGESA, e ISAGEN, conjuntamente tienen una cuota del mercado de generación superior al 66%, cuyo comportamiento unilateral podría impactar significativamente los resultados del mercado, bajo ciertas condiciones del sistema. En otras palabras, estos tres generadores tienen la capacidad y el incentivo de ejercer poder unilateral de mercado en el mercado mayorista de corto plazo. En agosto de 2009, estos mismos agentes fijaron el precio de bolsa un 88% del tiempo, un nivel muy superior al observado en los meses anteriores y por otra parte, tan solo cinco agentes lo fijaron el 98% del tiempo. Vale la pena mencionar que en caso que un agente como Emgesa o EPM adquiriera a Isagen, se convertiría así en un agente pivotal del MEM
Informe No 45	dic-09	Comportamiento del MEM bajo el efecto del niño	La medición del índice de Lerner confirma la existencia de un alto poder de mercado de algunos agentes, que aún excluyendo el nivel de contratación, bajo las actuales condiciones de Niño se ha incrementado a niveles preocupantes. En el mes de noviembre de 2009, el índice de poder de mercado para Emgesa corresponde a 33.6% y para EPM a 21.3%.
Informe No 48	may-10	Experiencias Reunión Internacional de Monitores de Mercados Eléctricos	El presente análisis comparativo se basa en la encuesta realizada por el EISG, la cual incluye respuestas de 10 de los 16 Monitores de Mercados Eléctricos que pertenecen al EISG, a preguntas asociadas con: • Costos de generación • Definición de poder de mercado • Indicadores de mercado • Conductas prohibidas • Acciones remediales
Informe No 53	oct-10	Comportamiento del MEM bajo el efecto del niño	EMGESA, EPM, ISAGEN y Colinversiones, conjuntamente tienen una cuota del mercado de generación (GWh) superior al 65% y una capacidad instalada superior al 68%. Bajo ciertas condiciones del sistema, el comportamiento unilateral de dichos agentes puede impactar significativamente los resultados del mercado. Adicionalmente, estos proveedores con excepción de Isagen, están verticalmente integrados en ventas de electricidad al por menor y con grandes obligaciones en este mercado.
Informe No 55	dic-10	Analisis de los Aspectos relevantes del MEM 2010	Cuatro agentes conjuntamente tienen una cuota del mercado de generación superior al 70% y fijan el precio de bolsa la mayor parte del tiempo, caracterizándose además (excepto uno de ellos) por su integración vertical con el mercado minorista. Bajo ciertas condiciones del sistema, el comportamiento unilateral de dichos agentes puede impactar significativamente los resultados del mercado. Durante la mayor parte del año, independientemente de la ocurrencia del Niño o de la Niña, el poder de mercado medido con el índice de Lerner para todos los periodos de demanda, fue muy importante y en algunos casos exagerado, con participación de agentes tanto hidráulicos como térmicos. Además, de acuerdo al índice residual de suministro diario, algunos agentes fueron pivotaes principalmente durante febrero y marzo y también durante octubre y noviembre, otros agentes también presentaron valores representativos del poder de mercad

## Anexo 2

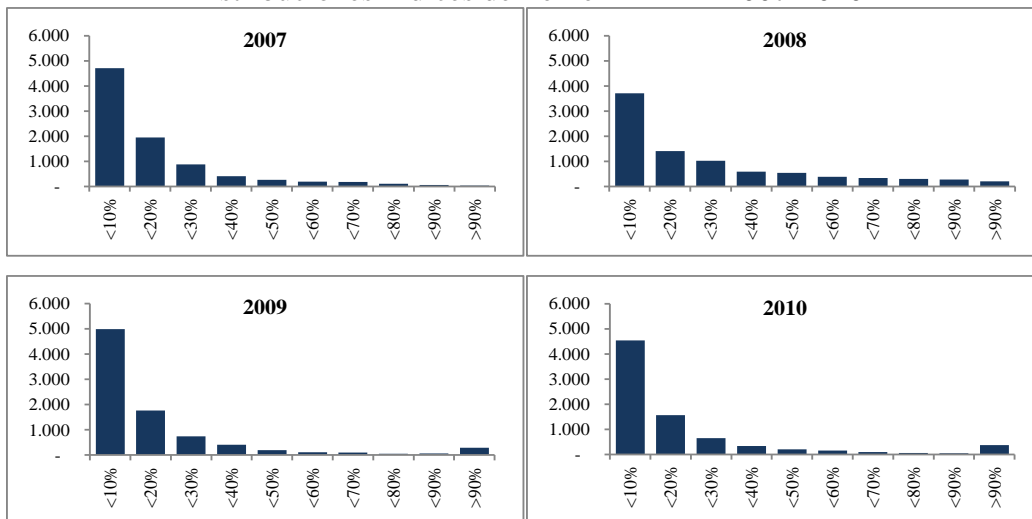
18-Sep-09	MME-18-1654	Declaración de racionamiento programado de gas (a partir del 30 de septiembre de 2009)	Eleva el orden de prioridad de la demanda de gas natural eléctrica requerida para cumplir con OEF.
-----------	-------------	--	--

02-Oct-09	MME-18-1686	Adición a la MME 18-1654.	Productores-comercializadores de GN deben cumplir contratos de firmeza de térmicas entregando GN o sustituyéndolo por combustibles líquidos para plantas duales. El valor del combustible líquido se entrega al valor del GN pactado. El CND incluye en el despacho toda la generación térmica de la región Caribe y la térmica a carbón del interior del país.
02-Oct-09	CREG127-09	Suspensión temporal de la restricción de acceso a la información del mercado.	Se suspenden temporalmente las resoluciones CREG 006-09 y 015-09 Las ofertas presentadas al CND continúan sometidas a las reglas de manejo confidencial.
07-Oct-09	MME-18-1739	Adiciona y modifica la MME 18-1654 y 18-1686	No admite para las plantas térmicas problemas técnicos como excusa para No generar utilizando el combustible dual
09-Oct-09	MME – 18-1846	Modifica MME 18-1686 y 18-1739	Cantidades de GN sustituidas por Productorescomercializadores son las requeridas para atender contratos de firmeza
04-Nov-09	CREG136-09	Definición de la compensación por la sustitución por GN	Vigente desde el momento de la sustitución, el valor a reconocer a corresponde a: diferencia entre el costo del líquido (en planta), y el precio de GN pactado en contrato (en sitio), por la cantidad sustituida. la demanda beneficiada con la sustitución son los usuarios del tramo Ballena - Barranca y demás del interior.
04-Nov-09	CREG137-09	Seguimiento energético del MEM. Intervención a ofertas de hidráulicos y térmicos. Modificación de garantías de cargo por confiabilidad. Vigencia de la resolución hasta que se declare finalización del fenómeno del Niño.	CND realiza seguimiento energético al mercado (análisis determinando generación por tecnología que no degrade la confiabilidad del sistema). De no cumplirse la expectativa del CND: (i) Hidráulicos: su precio de oferta será una función lineal entre el PE y el segundo escalón de racionamiento, cuando las OEF del agente se acerquen a su ENFICC probabilístico; (ii) Térmicos: Su oferta se ajusta para salir en el despacho si así lo requiere el análisis energético, los anteriores precios de oferta participan en la formación del precio de bolsa. La ejecución de garantías del ENFICC se hace cuando el nivel del embalse se encuentre por debajo del ENFICC probabilístico.
11-Nov-09	CREG140-09	Reglas al programa no cumplido y desviación por cambio de disponibilidad	El valor de desviación es la diferencia entre el precio de oferta y el precio de bolsa, multiplicado por la diferencia entre la generación entre el programa no cumplido y el generación real.cumplido y el generación real.
11-Nov-09	CREG141-09	Modifica precio de reconciliación positiva de agentes hidráulicos	Redefine CAP como precio de arranque y parada (PAP)
11-Nov-09	MME 18 2862	Modifica MME 18-1686	Se propone el despacho de las térmicas del Caribe (que no hagan ofertas con líquidos) y la generación térmica a carbón del interior, como generación de seguridad
12-Nov-09	CREG051-2009	Publicación del nivel de ENFICC probabilístico asociado a la CREG137 – 09	Publica fórmula para el cálculo del ENFICC probabilístico
13-Nov-09	CREG148-09	Modificación a la CREG 137 – 09	Estipula la No exportación de energía eléctrica cuando la generación térmica e hidráulica sea requerida para abastecer la demanda interna.
19-Nov-09	MME 18-2862	Adiciona MME 18-1654 (medidas por mantenimiento en campos de Guajira)	Durante el mantenimiento en campos de Guajira priman los agentes que cuenten con contratos de suministro y/o transporte de GN, vigentes y debidamente perfeccionados.
19-Nov-09	Decreto 4500	Modificación del artículo del Decreto 880 de 2007	Modifica la priorización de la demanda de GN de la siguiente teniendo en cuenta los siguientes criterios: (i) Efectos sobre la población; (ii) Necesidades de generación de energía eléctrica;(iii) Contratos debidamente perfeccionados; (iv) Así como todos aquellos criterios que permitan una solución equilibrada.
25-Nov-09	MME 182074	Modifica la 18-1654 y 18-1686 (cambia orden designación de GN según decreto 4500)	Toma medidas adicionales debido a que con las anteriores no han logrado una adecuada asignación: (i) Agentes que tengan contratos vigentes de suministro y garantía de firmeza. (ii) Demanda de GN eléctrica nacional que tengan sus OEF con GN y no sean objeto de sustitución. (iii) Demanda de GN como combustible para la refinería de Barrancabermeja. (iv) Demanda de GN de los demás agentes distinta a la demanda de GN con destino a exportaciones. (v) Demanda de GN con destino a exportaciones. el CND determinará la distribución óptima de GN entre las termoelectrica de acuerdo al análisis energético.
04-Dic-09	CREG159-09	Modifica artículo 1 de la CREG 127 de 2009 (suspende aplicación de confidencialidad)	Suspende la aplicación de normas sobre manejo confidencial de la información (suspensión termina cuando finalice el racionamiento programado de GN o se declare la finalización del Niño)
04-Dic-09	CREG160-09	Regula TIES de conformidad con régimen transitorio adopta por la decisión CAN 720	Las rentas de congestión de un enlace internacional No se asignarán al propietario, sino en proporciones 50-50 importador-exportador
15-Dic-09	CREG161-09	Modifica CREG 140 de 2009 sobre la desviación al programa no cumplido	
16-Dic-09	MME 182307	Modifica MME 18-2074 (intervención en el despacho para ajustar generación por tecnología). Vigencia hasta finalización del racionamiento programado	CND determina que la generación por tecnología No es acorde a la situación. CND y Ecopetrol coordinan distribución óptima de GN y líquidos para generación térmica.
05-Ene-10	MME 182374	Vigencia hasta la finalización del racionamiento programado.	Autorización temporal autogeneradores, cogeneradores y menores para vender excedentes.
05-Feb-10	CREG008-10	Liquidación de la remuneración en planta térmica en caso de inflexibilidad	En este caso la energía generada se remunera al mayor valor entre el precio de bolsa y el precio de reconciliación positiva.
05-Feb-10	CREG009-10	Establece como referencia el documento "Análisis de la situación energética Resolución 137". Deroga oferta de térmicos según CREG 137 de 2009.	CND garantizará que el embalse agregado no sea inferior al establecido en el documento de referencia (publicado el 28 de noviembre de 2009), hasta finales de abril de 2010 Se degrada la confiabilidad del sistema cuando: (i) La generación térmica sea inferior a la determinada en el análisis energético; (ii) El nivel del embalse sea inferior a la curva de evolución de embalse agregado.
10-Feb-10	CREG010-10	Compra de energía vendida y embalsada Obligación de embalsar la energía del despacho ideal que fue desplazada por la generación térmica.	Se compra la energía al precio ofertado por el agente el día del compromiso y al momento de la entrega, la diferencia entre el precio de bolsa y el precio de compromiso se traslada a las restricciones
15-Feb-10	MME 180212	Deroga el artículo 4 de la MME 18- 1686	Suspensión de la generación térmica por seguridad Suspende la generación de seguridad de las plantas térmicas del Caribe y de carbón del interior
25-Feb-10	CREG022-10	Ajuste a la componente del precio de escasez, parte combustible.	El precio de reconciliación positiva será:
10-Mar-10	CREG036-10	Modificación al precio de reconciliación positiva de agentes	(i) El precio de bolsa, si la reserva agregada es inferior al nivel de probabilidad de vertimiento (de la planta o cadena); (ii) La suma del CERE.

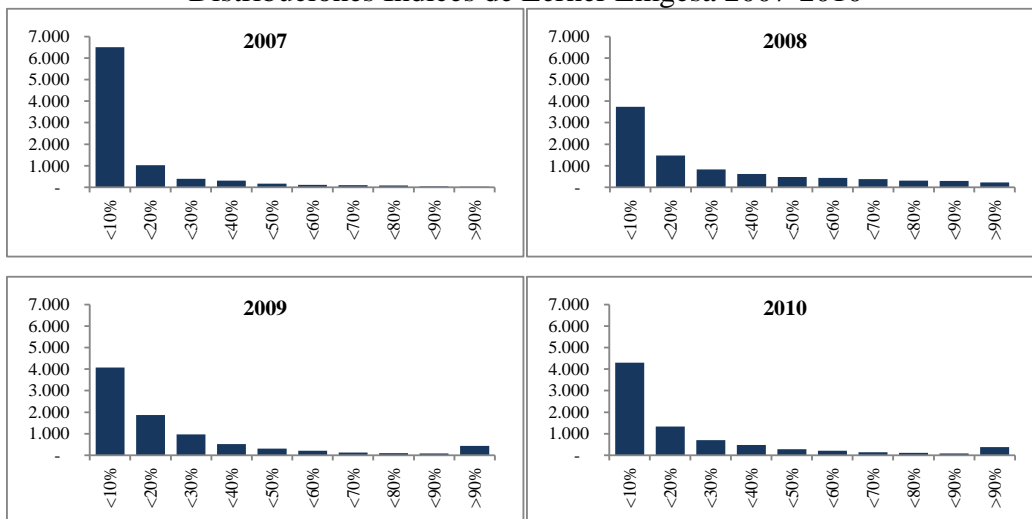
		hidráulicos	FAZNI, Ley 99 de 1993 y costos de AGC asignada, en caso contrario
18-Mar-10	CREG041-10	Modifica CREG 136 de 2009, en lo concerniente al cobro de sustitución de GN por líquidos	Establece como máximo valor 285 COPS/MBTU para aplicar a la demanda de GN mensualmente
07,16-Abril-10	CREG049-10 , CREG060-10	Análisis energético	CND considerará que hasta finalizar noviembre de 2010, el embalse agregado no será inferior al establecido en el documento "Análisis situación energética Resolución 137-Semana 49", publicado el 28 de noviembre de 2009.
04-May-10	Decreto 1514	Modifica y adiciona Decreto 2687 de 2008 sobre el mercado secundario de GN	Cantidades a comercializar del mercado secundario se podrán transar, máximo, al precio de compra más un margen de comercialización definido por la CREG (no se afectan contratos existentes).
10-May-10	CREG063-10	Implementación del anillo de seguridad del exc	Regula el segundo anillo de seguridad del cargo por confiabilidad, demanda desconectable voluntariamente
26-May-10	CREG068-10	Modificación a criterios de confiabilidad	Cuando el despacho diario incluya menos de 30 GWh térmicos se ajusta el despacho para cumplir con este requisito
01-Jun-10	CREG070-10	Finalización de política de embalsamiento de energía	Se finaliza la compra de energía vendida y embalsada. Una vez finalizado el fenómeno del Niño, el precio de oferta de la energía vendida y embalsada corresponderá al ofertado por el agente, y si está incluido en el despacho real se descontará de dicho compromiso.
01-Jun-10	CREG071-10	Finalización de medidas transitorias por el fenómeno del Niño	Deroga medidas transitorias sobre el análisis energético, niveles de referencia y criterios de confiabilidad asociados al documento "Análisis situación energética Resolución 137-Semana 49".
04-Jun-10	MME 180924	Levantamiento de medidas adoptadas dentro del racionamiento programado de GN	Deroga el artículo 2 de la MME 18.1686 que permitía a productores-comercializadores de GN cumplir con contratos entregando GN o sustituyendo por combustibles líquidos para plantas duales. Suspende la coordinación para la distribución óptima entre el CND y Ecopetrol.

### Anexo 3

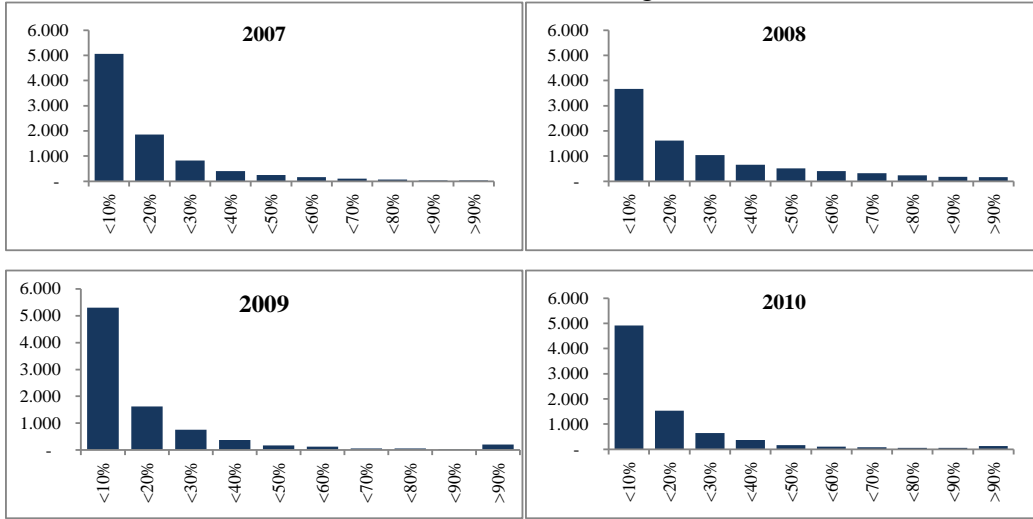
#### Distribuciones Índices de Lerner EPPM 2007-2010



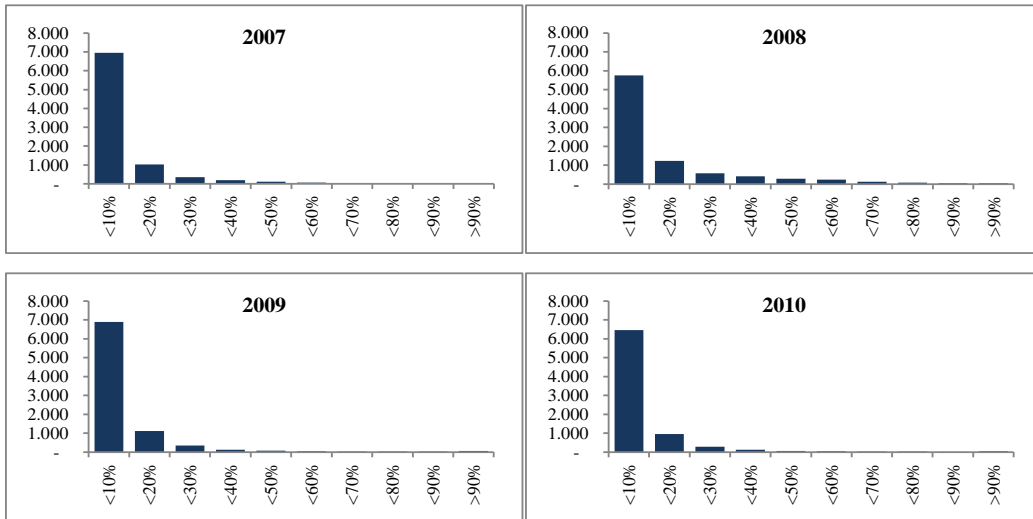
#### Distribuciones Índices de Lerner Emgesa 2007-2010



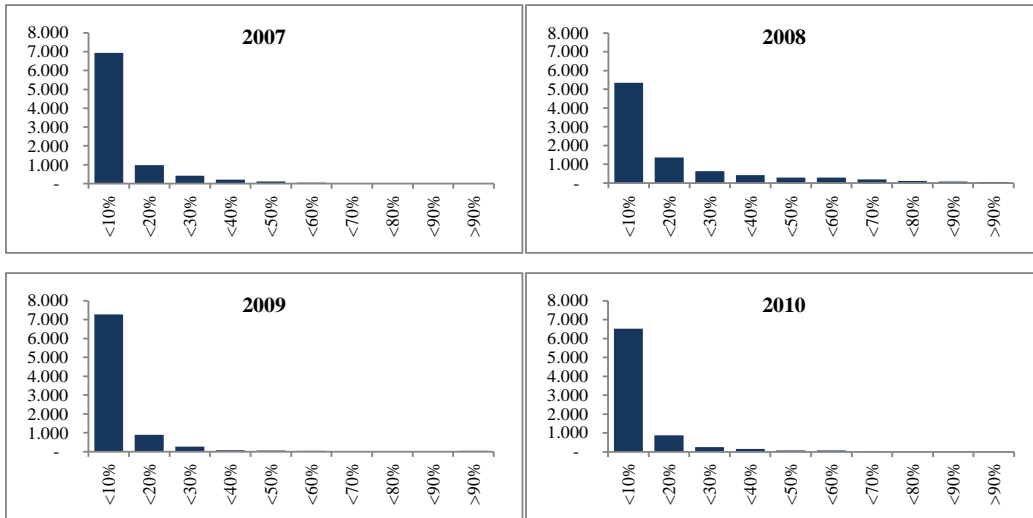
### Distribución Índice de Lerner Isagen 2007-2010



### Distribuciones Índices de Gecelca 2007-2010



### Distribuciones Índices de EPSA-Colinversiones 2007-2010









NIT: 860.007.386-1

SISTEMA DE BIBLIOTECAS  
IDENTIFICACIÓN TRABAJO DE GRADO

FECHA DE ELABORACIÓN		
DD	MM	AAAA
23	01	2012

1. IDENTIFICACIÓN AUTOR(ES) DEL TRABAJO DE GRADO					
CÓDIGO	DOCUMENTO DE IDENTIDAD		APELLIDOS	NOMBRES	CORREO ELECTRÓNICO
	TIPO	NÚMERO			
200323952	CC	80073345	Duarte Parada	Daniel Mauricio	d-duarte@uniandes.edu
	CC				
	CC				
	CC				
	CC				
	CC				

PROGRAMA **Maestría**  
 FACULTAD **Facultad de Economía**  
 DEPARTAMENTO **No Aplica**

ENTREGÓ FORMATO:

SB-10 "Entrega trabajo de grado y autorización de uso a favor de la Universidad de los Andes". Documento con el cual, el autor permite que su trabajo sea utilizado por la Universidad, para fines de consulta y de mención en sus catálogos bibliográficos, tanto físicos como en línea.

**1.1 IDENTIFICACION DE TRABAJO DE GRADO PARA DOBLE TITULACIÓN**

PROGRAMA **No Aplica**  
 FACULTAD **No Aplica**  
 DEPARTAMENTO **No Aplica**

TESIS PARA DOBLE TITULACIÓN:

Si el trabajo de grado presentado aplica para obtener dos (2) titulaciones, por favor marque esta casilla y diligencie la información de esta sección.

**2. INFORMACIÓN GENERAL DEL TRABAJO DE GRADO**

TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO:  
**Medición y Evaluación del Poder de mercado en el Sector Eléctrico Colombiano**

DESCRIPCIÓN FÍSICA		MATERIAL ACOMPAÑANTE (Cantidad):		FECHA DE ELABORACIÓN		
Número de páginas:		Casetes Audio:	Discos compactos:	DD	MM	AAAA
40				14	12	2011
Ilustraciones:		Casetes Video:	Diapositivas:			
10						
		Disquetes:	Otros: ¿Cuáles?			

\*RESUMEN DEL TRABAJO DE GRADO:  
 Este es un estudio del comportamiento competitivo del mercado de generación eléctrica en Colombia basado en un ejercicio en dos etapas, una medición directa del índice de Lerner haciendo uso de la metodología de Wolak (2000), y una medición indirecta de comportamiento colusivo tácito, a través de un análisis de tendencias comunes sobre los índices calculados. Se encuentra que durante el periodo analizado, el cual comprende la ocurrencia simultanea de un fenómeno del niño y una situación de desabastecimiento de gas, los principales cinco agentes generadores no explotan la totalidad de su poder de mercado y no se encuentra evidencia en favor de colusión entre los mismos. Los resultados hacen explícita la falta de información necesaria para realizar el monitoreo del ejercicio de poder de mercado por parte de las entidades regulatorias

OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO:  
 Objetivo General:  
 Estudiar comportamientos competitivos de los principales cinco jugadores con mayor capacidad de generación en el sector eléctrico colombiano en el periodo 2007-2010.  
 Objetivos Específicos:  
 Realizar una medición directa de poder de mercado para los principales generadores en el periodo

METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE GRADO:  
 Medición directa del índice de Lerner haciendo uso de la metodología de Wolak (2000), y una medición indirecta de comportamiento colusivo tácito, a través de un análisis de tendencias comunes sobre los índices calculados

CONCLUSIONES DEL TRABAJO DE GRADO:

Dadas las características de la industria eléctrica, y particularmente en el caso colombiano los 5 principales agentes generadores tienen la capacidad de afectar las variables del mercado (cantidades y precios) con el fin de maximizar sus beneficios.

Esta capacidad de ejercer poder de mercado reacciona ante cambios en las variables operativas del sistema, especialmente aquellas que afectan el proceso de formación de precios, hidrología, precios y disponibilidad del gas, e intervenciones regulatorias.

La capacidad de ejercer poder de mercado se incrementa con una mayor capacidad instalada

El resultado de estacionariedad, implica que el ejercicio de poder unilateral de mercado muestra una tendencia estable de largo plazo en los 5 casos que fueron analizados, y por lo tanto no se encuentra evidencia de comportamientos estratégicos entre los agentes

No se encuentra que durante la ocurrencia del fenómeno del niño, los agentes hubieran aumentado su capacidad respecto al ejercicio de poder de mercado

\*PALABRAS CLAVES (TEMAS) DEL TRABAJO DE GRADO:

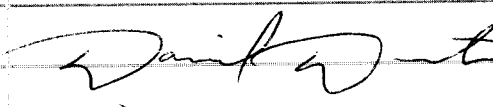
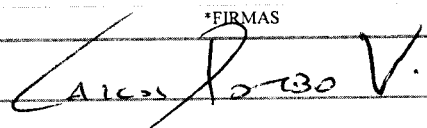
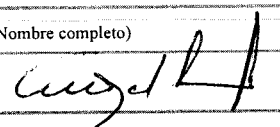
Poder unilateral de mercado, colusión, integración, demanda residual índice de Lerner.

ACUERDOS DE CONFIDENCIALIDAD:  NO TIENE ACUERDO(S)  TIENE ACUERDO(S)

Si selecciona tener acuerdo de confidencialidad, por favor diligencie el siguiente cuadro:

Persona natural o jurídica	Desde			Hasta		
	DD	MM	AAAA	DD	MM	AAAA

3. FIRMAS

AUTORES (Nombre completo)	*FIRMAS
Daniel Mauricio Duarte Parada	
DIRECTORES / ASESORES (Nombre completo)	*FIRMAS
Carlos Roberto Urdaneta	
JURADO / LECTOR (Nombre completo)	*FIRMAS
	Angeles Inés Casera

Las firmas de Autor y Director/Asesor son obligatorias. Si tiene inconvenientes con el registro de la firma del Jurado/Lector, deberá tramitar ante la respectiva Facultad la autorización para registrar las firmas de pares o un sello que justifique la ausencia de la firma faltante.



**ENTREGA EJEMPLAR TRABAJO DE GRADO Y AUTORIZACIÓN DE SU USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES**


Yo DANIEL M DUARTE P , mayor de edad, vecino de Bogotá D.C., identificado con la Cédula de Ciudadanía N° 80.073.345 de BOGOTA , actuando en nombre propio, en mi calidad de autor del trabajo de tesis, monografía o trabajo de grado denominado: Medición y Evaluación del Poder de mercado en el Sector Eléctrico Colombiano.

, hago entrega del ejemplar respectivo y de sus anexos del ser el caso, en formato digital o electrónico (CD-ROM) y autorizo a LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, para que en los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia, utilice y use en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me corresponden como creador de la obra objeto del presente documento. PARÁGRAFO: La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato virtual, electrónico, digital, óptico, usos en red, internet, extranet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

EL AUTOR - ESTUDIANTES, manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y la realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es de su exclusiva autoría y tiene la titularidad sobre la misma. PARÁGRAFO: En caso de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión, EL ESTUDIANTE - AUTOR, asumirá toda la responsabilidad, y saldrá en defensa de los derechos aquí autorizados; para todos los efectos la Universidad actúa como un tercero de buena fe.

Para constancia se firma el presente documento en dos (02) ejemplares del mismo valor y tenor, en Bogotá D.C., a los ventitres 23 días del mes de Enero de Dos Mil Doce 20 12 .

**EL AUTOR - ESTUDIANTE.**

(Firma)   
Nombre DANIEL M DUARTE P  
C.C. N° 80.073.345 de BOGOTA

SB-10